

EDUARDO LEITE DO CANTO
LAURA CELLOTO CANTO

CIÊNCIAS NATURAIS

**APRENDENDO
COM O COTIDIANO**

**MANUAL DO
PROFESSOR**

9^o
ano

Componente curricular:
CIÊNCIAS

**MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.**

MODERNA



MODERNA

EDUARDO LEITE DO CANTO

Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP).
Doutor em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (SP).
Autor de livros didáticos e paradidáticos. Professor.

LAURA CELLOTO CANTO

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (SP).
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (SP).
Autora de livros didáticos. Professora.

CIÊNCIAS NATURAIS

APRENDENDO COM O COTIDIANO

9 ^o
ano

Componente curricular: CIÊNCIAS

MANUAL DO PROFESSOR

6ª edição

São Paulo, 2018

Coordenação editorial: Maíra Rosa Carnevalle
Edição de texto: Bruna Quintino de Moraes, Beatriz Assunção Baeta
Assessoria didático-pedagógica: Andy de Santis, Thalita Bernal,
Maria Luíza Ledesma Rodrigues, Marta de Souza Rodrigues, Juliana Maia
Gerência de *design* e produção gráfica: Everson de Paula
Coordenação de produção: Patrícia Costa
Suporte administrativo editorial: Maria de Lourdes Rodrigues
Coordenação de *design* e projetos visuais: Marta Cerqueira Leite
Projeto gráfico: Patrícia Malizia
Capa: Daniel Messias
Foto: © MirageC/Moment Open/Getty Images
Coordenação de arte: Denis Torquato
Edição de arte: Arleth Rodrigues
Editoração eletrônica: Setup Bureau Editoração Eletrônica
Edição de infografia: Luiz Iria, Priscilla Boffo, Giselle Hirata
Ilustração de vinhetas: Daniel Messias
Coordenação de revisão: Maristela S. Carrasco
Revisão: ReCriar Editorial, Renata Brabo, Vânia Bruno
Coordenação de pesquisa iconográfica: Luciano Baneza Gabarron
Pesquisa iconográfica: Marcia Mendonça
Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues
Tratamento de imagens: Fernando Bertolo, Joel Aparecido, Luiz Carlos Costa,
Marina M. Buzzinaro
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto,
Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Canto, Eduardo Leite do
Ciências naturais : aprendendo com o cotidiano :
manual do professor / Eduardo Leite do Canto, Laura
Celloto Canto. — 6. ed. — São Paulo : Moderna, 2018.

Obra em 4 v. 6^a ao 9^a ano.
Componente curricular: Ciências.
Bibliografia.

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Canto, Laura
Celloto. II. Título.

18-16997

CDD-372.35

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências : Ensino fundamental 372.35

Maria Alice Ferreira – Bibliotecária – CRB-8/7964

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Todos os direitos reservados

EDITORIA MODERNA LTDA.

Rua Padre Adelino, 758 – Belenzinho
São Paulo – SP – Brasil – CEP 03303-904
Vendas e Atendimento: Tel. (0__11) 2602-5510
Fax (0__11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2018
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Aos colegas professores

Esta coleção, fruto de muitos anos de estudo, de trabalho e de pesquisa, destina-se ao segmento do 6º ao 9º ano. Ela pretende auxiliar o aluno a compreender conceitos, aprimorar o letramento científico e desenvolver competências desejáveis a qualquer cidadão.

A obra também pretende oferecer a professores e alunos informações atualizadas e conceitualmente corretas, em uma estrutura que atenda às necessidades de quem adota o livro didático ou que nele estuda.

Nesta coleção, há a constante preocupação em primar pela linguagem correta e acessível, mantendo sempre o necessário rigor conceitual. Grande esforço foi realizado na busca de dados corretos e atuais, a fim de que as convenções científicas em vigor sejam sempre seguidas na obra.

Empenhamo-nos da maneira mais intensa e comprometida possível no sentido de atender às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), tanto em suas disposições gerais quanto nas específicas da área de Ciências da Natureza.

O **Manual do professor** traz, em sua primeira parte, considerações gerais sobre a coleção. É feita a apresentação da obra (estrutura, objetos didáticos-pedagógicos e considerações sobre a avaliação) e de subsídios para que o docente possa fazer o planejamento escolar mais adequado à sua realidade local. Também nessa primeira parte, há textos de aprofundamento para os docentes e sugestões de leitura complementar para estudantes e professores.

A segunda parte deste manual consiste na reprodução do livro do estudante, com as páginas em tamanho ligeiramente reduzido, acrescida de comentários pedagógicos destinados aos docentes.

Agradecemos aos professores que nos têm honrado com o uso desta obra em suas edições anteriores e, com muita satisfação, apresentamos a todos esta nova edição, que traz consigo nosso sincero desejo de que possa contribuir para o ensino e o aprendizado de Ciências em nosso país.

Os autores

● Considerações gerais sobre a coleção

Apresentação da obra	V
Subsídios para o planejamento pedagógico	VII
Algumas terminologias usadas nesta obra para referência aos conteúdos	VIII
Considerações sobre a avaliação	X
A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	XII
Comentários sobre algumas seções do livro do aluno	XIV
Mapas conceituais	XVI
Unidades e capítulos • 6º ano e 7º ano	XVIII
Unidades e capítulos • 8º ano e 9º ano	XIX
BNCC • Ciências da Natureza – 9º ano	XX
Aprofundamento ao professor	XXI
Sugestão de leitura complementar para alunos	XLVIII
Sugestão de leitura complementar para professores	XLIX
Bibliografia	LVI

● Comentários sobre o livro do 9º ano

Unidade A

Capítulo 1 - Reações químicas e Teoria Atômica de Dalton	13
Capítulo 2 - Cargas elétricas e modelo atômico de Rutherford ..	37
Capítulo 3 - Ondas eletromagnéticas e modelo atômico de Bohr	56

Unidade B

Capítulo 4 - Ligações químicas	74
Capítulo 5 - Acústica	94
Capítulo 6 - Óptica	112

Unidade C

Capítulo 7 - Cinemática	136
Capítulo 8 - Dinâmica	151
Capítulo 9 - Gravitação	172

Unidade D

Capítulo 10 - Genética e hereditariedade	201
Capítulo 11 - Evolução dos seres vivos	225
Capítulo 12 - Desenvolvimento sustentável	246

Apresentação da obra

Prezado professor,

Esta coleção destina-se ao ensino de Ciências Naturais do 6º ao 9º ano.

Entre os pressupostos envolvidos em sua elaboração, destacam-se os seguintes:

- O ensino de Ciências Naturais na escola fundamental deve contribuir para o aprendizado de conteúdos necessários à vida em sociedade e para o desenvolvimento das capacidades do aluno. Não há por que incluir na prática docente temas que não tenham significação imediata para o estudante, sob o argumento de que poderão vir a ser úteis no futuro, em outras etapas da escolarização.
- Os conteúdos escolares ganham força e sentido se o aluno os aprende de forma significativa, relacionando-os com seus saberes prévios. A relação entre o conhecimento escolar e os demais conhecimentos é indispensável, e a aprendizagem de conteúdos só é significativa se o aluno souber relacioná-los com seus conhecimentos prévios, sejam eles constituídos por ideias cientificamente corretas ou não.
- Aprender conteúdos científicos ajuda o aluno a compreender melhor o mundo em que vive e a interagir melhor com ele.
- O aprendizado de conteúdos ocorre se forem apresentados ao aluno desafios que estejam além do que ele pode ou sabe efetivamente naquele momento, mas que ele seja capaz de vencer se for corretamente estimulado.
- Os conhecimentos científicos contribuem para o pleno exercício da cidadania.
- O estudante deve ser incentivado a exercer e a desenvolver suas capacidades de criação e de crítica.
- O aluno deve ser incentivado a produzir e a utilizar variadas linguagens para expressar o conhecimento científico que adquire. Isso pode ser feito por meio de atividades como colagens, encenações, debates, simulações de comerciais para rádio e tevê, elaboração de *blogs*, produção de textos, desenhos e cartazes.
- A realidade local da comunidade em que o estudante vive deve ser respeitada e valorizada como precioso elemento envolvido na aprendizagem.
- A concatenação das ideias trabalhadas é fundamental. E os mapas conceituais são instrumentos de aprendizagem que podem desempenhar importante papel nesse aspecto.
- Outras fontes de informação são importantes, além do livro didático. Jornais, revistas, internet e bibliotecas são exemplos de fontes de informações que os estudantes devem aprender a consultar.
- Temas transversais — como *Meio ambiente, Saúde, Ética e consumo* —, pela urgência social que lhes é própria, devem permear o ensino de Ciências da Natureza.
- O trabalho de planejamento, produção e execução da prática educativa é um atributo do professor, e um livro didático deve fornecer a ele informações relevantes, a fim de contribuir para o planejamento pedagógico e a prática docente.
- Os diferentes tipos de conteúdos escolares — conceituais, procedimentais e atitudinais (veja a seção *Algumas terminologias usadas nesta obra para referência aos conteúdos deste Manual do professor*) —, cada um com suas características particulares, merecem atenção específica no planejamento do curso.

O livro do aluno

Em cada um dos anos, os capítulos do livro do aluno estão agrupados em quatro unidades, cada uma com três capítulos.

A abertura de cada unidade consiste de uma página contendo uma fotografia ou ilustração chamativa, acompanhada de uma ou mais perguntas a ela relacionadas. A intenção é estimular a curiosidade dos estudantes, que não necessariamente conseguirão, naquele momento, encontrar a(s) resposta(s). As aberturas de unidades proporcionam ao educador um momento propício para explorar e registrar concepções prévias que o ajudarão a encaminhar o trabalho com os conteúdos.

A estrutura dos capítulos se mantém ao longo dos quatro volumes. Cada um deles começa com uma fotografia e com a seção *Motivação*. Trata-se de um outro momento em que o professor pode explorar concepções prévias dos estudantes para utilizá-las no ensino (veja mais à frente, neste **Manual do professor**, considerações sobre “avaliação prévia”). Os assuntos são tratados, a seguir, em *Desenvolvimento do tema*.

Atividades de diferentes tipos são propostas ao longo dos capítulos, não apenas no seu final. Os quadros laterais — que são de seis tipos, *Refleta sobre suas atitudes, Trabalho em equipe, Tema para pesquisa, Certifique-se de ter lido direito, Para fazer no seu caderno* e *Para discussão em grupo* — permitem trabalhar conteúdos procedimentais e atitudinais relacionados aos conteúdos conceituais que estão sendo abordados.

A seção *Organização de ideias* apresenta um dos possíveis mapas envolvendo conceitos tratados no capítulo. (Sobre a elaboração de “mapas conceituais”, veja o quadro *Como construir um mapa conceitual* na seção *Mapas conceituais* deste **Manual do professor**.)

Em *Use o que aprendeu* são propostas situações em que os estudantes podem verificar seus conhecimentos sobre os temas estudados.

A seção *Explore diferentes linguagens* apresenta atividades em que diferentes formas de expressão (cartazes, encenações, desenhos, ditados populares, piadas, textos técnicos, poemas, trechos de entrevistas, textos de internet, esquematizações, tabelas, gráficos, *slogans*, tirinhas, charges etc.) podem ser interpretadas e/ou elaboradas pelos alunos.

Os capítulos contêm ainda as seções *Amplie o vocabulário!* e *Seu aprendizado não termina aqui*, que são comentadas a seguir, neste **Manual do professor**.

No encerramento de cada unidade, aparece a seção de página inteira *Isso vai para o nosso blog!*, que também será comentada adiante, neste **Manual do professor**.

O *Suplemento de projetos*, ao final do livro do aluno, contém propostas de atividades em grupos, cuja realização, a critério do professor, permite um trabalho mais aprofundado de alguns conteúdos estudados no livro.

O material destinado aos professores

O **Manual do professor** divide-se em duas partes. A primeira delas inclui a apresentação da obra, que é comum aos quatro volumes, e oferece orientações e

subsídios para que o professor possa realizar o planejamento mais adequado à sua realidade local. Essa primeira parte também inclui aspectos que são específicos para cada volume, pois:

- apresenta textos complementares dirigidos aos professores; e
- oferece sugestões bibliográficas para alunos e docentes.

A segunda parte do **Manual do professor** constitui-se de páginas contendo a reprodução reduzida das páginas do livro do aluno, acompanhadas de comentários na área ao redor (área chamada de “manual em U”).

Esses comentários ao longo das páginas destinam-se a sugestões pontuais sobre o desenvolvimento dos temas em sala. Entre eles, há sugestões de momentos oportunos para a realização de atividades (exercícios, projetos, atividades relacionadas ao vocabulário científico etc.) e sobre oportunidades de atuação interdisciplinar.

Essa segunda parte do **Manual do professor** também:

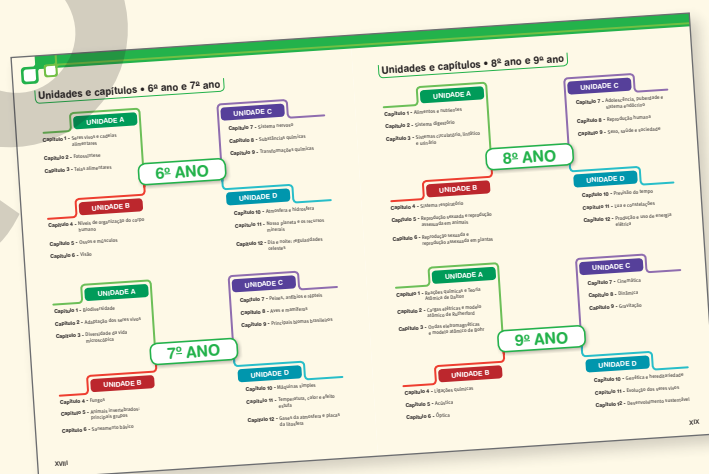
- relaciona e comenta os conteúdos indicados para cada capítulo;
- comenta as habilidades específicas da BNCC e seu desenvolvimento;
- indica possíveis situações problemáticas inerentes ao desenvolvimento do tema e como podem ser contornadas;
- fornece respostas de atividades do livro e comentários sobre elas; e
- dá sugestões adicionais de atividades.

Subsídios para o planejamento pedagógico

- É do professor a prerrogativa de adaptar o uso do livro didático à **realidade local**, o que se traduz no planejamento pedagógico e na sua implementação.
- A **tabela** da seção **BNCC – Ciências da Natureza – 9º ano** deste **Manual do professor** (veja a miniatura ao lado) lista as habilidades específicas que constam da Base Nacional Comum Curricular para a área de Ciências da Natureza e explicita os locais em que são trabalhadas neste volume.
- Os esquemas das duas páginas **Unidades e capítulos** deste **Manual do professor** (exemplo na miniatura ao lado, mais abaixo) fornecem uma visão geral da distribuição de conteúdos nos quatro anos.
- Todos os volumes são constituídos de **quatro unidades** com **três capítulos** cada. A grande vantagem dessa estrutura é que o professor começa seu planejamento considerando **uma unidade por bimestre** letivo. Se necessário, eventuais **adaptações subsequentes** podem alocar mais tempo naquelas unidades que, à luz da **realidade local**, demandam mais tempo. Esse tempo adicional é conseguido ao abordar com maior horizontalidade (menor profundidade) as outras unidades.
- A **Unidade A** de cada volume contém pré-requisitos para as demais, ainda que eventualmente não trate de modo explícito alguma das habilidades específicas da BNCC. Sugere-se, portanto, que seja trabalhada no **início do ano**. Embora possa haver certa flexibilidade na ordem das outras unidades, a sequência do volume é a recomendada.
- Subsídios específicos** para o planejamento de cada capítulo são encontrados na segunda parte deste **Manual do professor**.

BNCC – Ciências da Natureza • 9º ano

Habilidades	Unidades e capítulos	Capítulos
BNCC101 Investigar as mudanças do estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC102 Compreender as propriedades de materiais e explicar essas propriedades com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC103 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC104 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC105 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC106 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC107 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC108 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC109 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC110 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC111 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC112 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC113 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC114 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC115 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC116 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC117 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC118 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC119 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2
BNCC120 Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas mudanças com base no modelo das partículas microscópicas.	Unidade A	Capítulo 1 e 2



Algumas terminologias usadas nesta obra para referência aos conteúdos

No Ensino Fundamental, os conteúdos escolares devem estar intimamente relacionados com usos práticos e imediatos, revelando seu caráter funcional. Devem, também, propiciar ao aluno condições para que ele mesmo possa ampliar seus conhecimentos. Nas atividades escolares, os alunos devem construir significados e atribuir sentido àquilo que aprendem, o que promove seu crescimento pessoal, contribuindo para seu desenvolvimento e socialização.

Assim, **conteúdos** são conhecimentos ou formas culturais, cuja assimilação é considerada essencial para o desenvolvimento e a socialização dos estudantes.

Aprender a aprender

Os conteúdos conceituais estabelecem o fio de continuidade que encadeia os temas nesta obra. A inclusão dos conteúdos procedimentais e dos atitudinais visa ao desenvolvimento do aluno em múltiplos planos. O desenvolvimento de atitudes positivas, vinculado aos conteúdos conceituais, contribui para a vida pessoal e em sociedade. Ensinar procedimentos consiste em fazer a ponte entre o ponto de partida e o objetivo de uma sequência de ações; equivale a ensinar meios para alcançar, modos de fazer. É dotar o aluno de formas de agir. É ajudar o aluno a **aprender a aprender**.

Ao longo dos quatro volumes, alguns exercícios e atividades envolvem temas polêmicos. Não se deve esperar unanimidade de opinião. A divergência de pontos de vista, acompanhada do respeito ao outro e às suas ideias, contribui para a troca de ideias e o amadurecimento individual e coletivo. Ao pretender o desenvolvimento das capacidades do aluno, a escola – e, no nosso caso, o ensino de Ciências da Natureza – assume a necessidade de promover a autonomia do aluno e sua capacidade de interagir e cooperar.

Conteúdos conceituais

Fato ou **dado** é uma informação que, por si só (isto é, sem o auxílio de conceitos ou princípios), é desprovida de conexão significativa com ideias anteriores. Exemplos de fatos ou dados são o nome de ossos do corpo humano, o nome de aparelhos de laboratório e uma tabela de resultados numéricos provenientes de uma experiência de laboratório.

Conceito corresponde a um conjunto de acontecimentos, símbolos, seres vivos, materiais ou objetos que apresentam algumas características comuns. Exemplos são os conceitos de vertebrado, de massa de ar, de corrente marítima, de reação química, de força e de rocha.

Princípio designa um enunciado que relaciona as mudanças de um acontecimento, símbolo, ser vivo, material ou objeto (ou conjunto deles) com as mudanças em outro acontecimento, símbolo, ser vivo, material ou objeto (ou conjunto deles). Em outras palavras, princípios correspondem a regularidades do tipo causa e efeito, sendo também conhecidos, em Ciências da Natureza, como *leis* ou *teorias*. Como exemplos, podemos citar o ciclo da água, a lei da gravidade, o princípio da inércia, as teias alimentares, a conservação da energia, a repetição das estações do ano e a variação do comportamento animal em função da estação do ano.

O aprendizado de fatos, conceitos e princípios implica que o aluno passe a ser capaz de, por exemplo, reconhecer, descrever e comparar ocorrências, ideias ou objetos. Assim, nesta obra, os seguintes verbos poderão aparecer intrinsecamente ligados aos conteúdos conceituais*:

Identificar, reconhecer, classificar, descrever, comparar, conhecer, explicar, relacionar, situar (no espaço ou no tempo), lembrar, analisar, inferir, generalizar, comentar, interpretar, tirar conclusões, esboçar, indicar, enumerar, assinalar, resumir, distinguir.

* Segundo COLL, C. *Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. São Paulo: Ática, 1997.

Conteúdos procedimentais

Procedimento é o conjunto de ações organizadas para que se obtenha determinado objetivo. São exemplos de procedimento o uso do microscópio para examinar células de cebola, o emprego do computador para acessar uma página da internet, a construção de uma maquete de estação de tratamento de água, a observação de insetos no gramado de uma praça e a busca de informações em uma biblioteca.

Aprender um procedimento se traduz na capacidade de empregá-lo de forma espontânea, a fim de enfrentar situações em busca de resultados. Ao longo desta obra, os seguintes verbos poderão ser encontrados na explicitação dos conteúdos procedimentais*:

Manejar, confeccionar, utilizar, construir, coletar, representar, observar, experimentar, testar, elaborar, simular, demonstrar, reconstruir, planejar, executar, compor.

Conteúdos atitudinais

Valor é uma ideia que regulamenta o comportamento da pessoa em qualquer situação ou momento, ou seja, trata-se de um princípio ético com o qual a pessoa sente forte compromisso emocional. Os valores são usados como referencial para o julgamento das condutas próprias e alheias. Exemplos de valores são a solidariedade e o respeito à vida e à integridade física, tanto própria quanto alheia.

Norma é uma regra de comportamento que pessoas de um grupo devem respeitar quando em determinada situação.

Em outras palavras, normas são padrões de conduta que membros de um mesmo agrupamento social compartilham. As normas são a concretização dos valores. Como exemplos delas, podemos citar o respeito ao silêncio em um hospital, a adequação do vocabulário à pessoa com quem falamos, o ato de não jogar lixo no chão e o ato de parar o carro quando o sinal está vermelho.

Atitude é a disposição adquirida e relativamente duradoura para avaliar uma ocorrência, situação, pessoa ou objeto e para atuar em concordância com essa avaliação. Em outras palavras, uma atitude corresponde à tendência a comportar-se de forma consistente com os valores e as normas, diante de ocorrências, situações, pessoas ou objetos. São as atitudes que trazem à tona o grau de respeito que o indivíduo tem aos valores e às normas, manifestando-o de forma observável. Exemplificando, podemos relacionar a atitude sistemática de não fazer barulho num hospital como uma demonstração da interiorização do respeito a normas e valores relacionados a essa prática.

Há vários modos para explicitar aqueles conteúdos atitudinais que se deseja que o aluno aprenda. Nesta obra, os seguintes verbos* poderão ser encontrados na explicitação desses objetivos:

Valorizar, comportar-se (de acordo com), respeitar, tolerar, apreciar, ponderar (positiva ou negativamente), aceitar, praticar, ser consciente de, reagir a, conformar-se com, agir, conhecer, perceber, estar sensibilizado, sentir, prestar atenção a, interessar-se por, obedecer, permitir, concordar com, preocupar-se com, deleitar-se com, recrear-se, preferir, inclinar-se a.

* Segundo COLL, C., *op. cit.*

Considerações sobre a avaliação

Avaliar é uma das tarefas mais delicadas no ensino. A reflexão constante sobre quatro perguntas básicas — **Por que avaliar? Quando avaliar? O que avaliar? e Como avaliar?** — pode ajudar o professor a aprimorar cada vez mais o processo de avaliação.

Por que avaliar?

Erros fazem parte do processo de aprendizagem. Não se pode considerar que a aprendizagem seja significativa somente se não ocorrerem erros. Ao contrário, são os erros que norteiam as alterações de rumo e as constantes intervenções pedagógicas e tornam o processo de aprendizagem efetivo.

A avaliação não pode se limitar a provas mensais ou bimestrais, principalmente se constarem de perguntas que cobrem a mera repetição de palavras ou frases tiradas do livro adotado. Considerar as provas como único modo de avaliar é perder a perspectiva da avaliação como algo muito mais amplo e que engloba, entre outras possíveis metas, verificar o grau de aprendizagem dos alunos, orientar e ajustar a atuação dos professores e da escola e propiciar elementos para o constante repensar da prática do ensino.

Quando avaliar?

Avaliar, nesse contexto, equivale a muito mais do que simplesmente saber o resultado final do processo de aprendizagem de um conjunto de conteúdos. Diz respeito ao acompanhamento desse processo em suas múltiplas etapas e facetas, avaliando o que realmente aconteceu durante a aprendizagem. Diz respeito ao acompanhamento das dificuldades e dos progressos dos alunos à luz da **realidade local**. Diz respeito ao constante cuidado em perceber falhas do processo e intervir nele a fim de eliminá-las ou, pelo menos, minimizá-las.

Assim, faz-se necessário um processo de avaliação o mais **contínuo** possível, não se limitando apenas aos finais de capítulos ou blocos deles.

A prática de uma avaliação **bem distribuída ao longo do curso**, se adequadamente implementada, reduz a tensão introduzida pelas provas mensais ou bimestrais e favorece a **aprendizagem significativa** em detrimento da pura e simples memorização.

Avaliação inicial

Antes de iniciar novos capítulos ou blocos de conteúdos, é conveniente fazer uma avaliação inicial. Seu objetivo é sondar as **ideias prévias** que os alunos têm sobre o tema. A partir delas, o professor prepara suas aulas e estratégias.

Além disso, conhecendo essas ideias prévias, mesmo que sejam cientificamente incorretas, pode-se utilizá-las como fontes de problematização e como ideias inclusoras.

A avaliação inicial pode ser feita de modo informal, uma vez que os alunos invariavelmente expressam suas concepções prévias ao se posicionarem perante fatos e situações. Não é conveniente que a avaliação inicial seja longa e cansativa.

O que avaliar?

O que avaliar é decorrência dos objetivos estipulados para a aprendizagem. Deve-se cobrar, portanto, aquilo que se colocou em jogo nas situações de aprendizado, o que não descarta todo um leque de aplicações do que se aprendeu a situações similares, mas não exatamente iguais, às vivenciadas durante o processo.

Este **Manual do professor** traz — na segunda parte, entre os diversos comentários pedagógicos de cada capítulo — as sugestões de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais a serem desenvolvidos. Elas servem de roteiro para o que avaliar. Assim, o processo de avaliação permitirá também ao professor tirar conclusões sobre o grau em que as condições de ensino criadas por ele e pela escola propiciaram a aprendizagem.

Como avaliar?

No processo de avaliação, é essencial que o professor considere as diferentes maneiras de expressão — oral, escrita, pictórica etc. Assim fazendo, não estará privilegiando um aluno que escreve bem em detrimento de outro que se comunica com mais clareza de forma oral ou de outro que desenha melhor do que escreve, por exemplo.

Introduzir complicadores desnecessários no momento da avaliação, além de conturbar o processo, pode distorcê-lo. É também fundamental explicitar aquilo que está sendo avaliado, pois os alunos dão muita importância a isso e têm o direito de saber quais são as regras do processo.

Algumas sugestões

- Observação do processo de aprendizagem, no dia a dia da sala de aula. O registro em tabelas permite ao professor avaliar a evolução de cada aluno, dedicando atenção diferenciada àqueles que, por alguma razão, dela necessitem. O acompanhamento do empenho na realização das múltiplas atividades, aliado à evolução demonstrada ao longo do tempo, é fundamental no processo de avaliação.
- Observação das atividades em equipe e dos debates. Isso é particularmente importante para avaliar o aprendizado de atitudes gerais — respeito às ideias alheias, por exemplo — e específicas — respeito à biodiversidade, por exemplo.
- Observação da produção dos alunos. Durante o desenvolvimento de projetos e a realização de experimentos, o professor tem excelente oportunidade para avaliar o aprendizado de procedimentos.
- Análise das exposições em público de textos e outras produções. Atitudes, procedimentos e conceitos estão em jogo no momento dessas exposições.
- Provas escritas. A sugestão é evitar a concentração de provas das várias disciplinas em um período. Fazer provas mais curtas e com maior frequência, além de poupar os alunos da tensão que faz alguns deles se saírem tão mal, permite avaliar de modo mais contínuo. Nas provas, devem-se evitar situações meramente repetitivas. Não se deve, contudo, tender ao extremo oposto, o de oferecer situações muito distintas das que ocorreram durante as aulas. **Equilíbrio e bom senso são fundamentais.** Provas são instrumentos úteis, desde que sejam aplicadas juntamente com outros mecanismos de avaliação.

Avaliação de conteúdos conceituais

Como o aprendizado de **fatos** requer a memorização, é fundamental que o professor avalie qual é a real necessidade de os alunos conhecê-los. Cobrar o conhecimento de fatos só se justifica na medida em que tal conhecimento seja útil no cotidiano ou potencialize aprendizagens subsequentes. Caso contrário, é mais importante trabalhar os *procedimentos* de busca de informações, pois são eles que permitem acessar uma informação sempre que necessário.

É mais difícil avaliar se um **conceito** foi aprendido. Como formas de fazer essa avaliação, sugerimos:

- reconhecer a definição do conceito entre várias possibilidades oferecidas;
- identificar exemplos ligados ao conceito;
- separar em categorias exemplos ligados ao conceito;
- fazer uma exposição oral sobre o conceito;
- aplicar o conceito à resolução de algum problema;
- pedir a definição do significado do conceito.

No Ensino Fundamental **nem sempre pedir a definição é o melhor modo de verificar se um conceito foi aprendido.** As outras sugestões apresentadas podem se mostrar mais adequadas, desde que convenientemente trabalhadas.

Quando o processo de avaliação se resume a provas mensais ou bimestrais, a aprendizagem por memorização é estimulada. Os alunos tentam se adaptar a esse modelo de avaliação buscando o meio mais fácil de obter “nota”. Preferem, por isso, tentar memorizar definições de conceitos em vez de compreendê-los.

Para favorecer a aprendizagem significativa, é necessário que o processo de avaliação seja o mais contínuo possível.

Avaliação de conteúdos procedimentais

Avaliar um **procedimento** consiste essencialmente em saber se o aluno tem o conhecimento relativo a ele e se sabe executá-lo.

Assim, aprender um procedimento não significa conhecer sua “receita”. Consiste em saber usá-la. Não adianta, por exemplo, saber que numa biblioteca os livros estão catalogados em fichas. É preciso saber acessar uma informação desejada por meio delas. **O grau de aprendizagem de um procedimento é tanto maior quanto maior a desenvoltura com que é executado.**

Para avaliar procedimentos, é preciso acompanhar sua execução. Imagine, por exemplo, que se deseje avaliar se o aluno consegue utilizar caixinhas, cola e tesoura para construir uma maquete. Se o procedimento for deixado para ser feito em casa, o professor poderá apenas julgar se ele está finalizado ou não e a qualidade do trabalho. Não pode, porém, julgar a desenvoltura do aluno ao executá-lo. Não pode sequer ter certeza de que foi mesmo o aluno que a construiu.

O ensino explícito de procedimentos envolve uma avaliação compatível.

Avaliação de conteúdos atitudinais

Talvez a maneira mais eficiente de verificar se um aluno adquiriu uma **atitude** seja a **observação do seu comportamento**. Isso inclui toda uma gama de situações, como a postura perante os colegas em situações de trabalho grupal, as posições defendidas em debates cujo tema esteja relacionado à atitude em questão etc.

Por exemplo, no 7º ano pode-se verificar o aprendizado da atitude de “respeitar a vida em sua diversidade” observando as opiniões dos alunos ao debater um tema como “O ser humano depende da biodiversidade?

Por quê? Que motivos temos para conservá-la?”.

Existem, entretanto, determinados conteúdos atitudinais que não são facilmente observáveis porque envolvem comportamentos que ocorrem fora do contexto escolar ou porque as manifestações comportamentais não são muito claras. É o caso, por exemplo, das atitudes com relação a si próprio (cuidado consigo mesmo, aceitação própria, higiene íntima, rejeição ao consumo de drogas etc.). Nesses casos, é necessário solicitar aos alunos que se expressem por escrito ou oralmente sobre esses conteúdos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de Ciências da Natureza é considerado imprescindível para que os estudantes tenham uma formação que possibilite o pleno exercício da cidadania. O documento enfatiza a necessidade da formação integral dos alunos e a relevância dos conhecimentos científicos nesse processo, ao afirmar que para “debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos” (BNCC, 2017, p. 319).

Para que o ensino de Ciências não seja um apanhado de informações desprovidas de significado para os estudantes, a BNCC dá atenção especial ao letramento científico. Mais do que aprender conceitos, os alunos precisam ser capacitados a compreender e a interpretar o mundo, bem como a poder interferir nele de forma consciente, sabendo que suas ações têm consequências na vida individual e coletiva e sendo capazes de avaliar tais consequências.

De acordo com a BNCC, os estudantes devem ser “progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas” (BNCC, 2017, p. 320). Nesse sentido, é essencial motivar os alunos a serem questionadores e divulgadores dos conhecimentos científicos, de modo que se construa um caminho que os leve a exercer plenamente sua cidadania. No desenvolvimento das aprendizagens essenciais propostas pela BNCC, é relevante que os alunos reconheçam a Ciência como construção humana, histórica e cultural.

Entre as mudanças curriculares trazidas pela BNCC em Ciências da Natureza está a distribuição, ao longo da Educação Básica, de conhecimentos das diferentes áreas científicas, tais como a Física, a Química, a Biologia, a Astronomia e a Geologia. A formalização de conhecimentos de Física e Química, outrora concentrada no 9º ano em livros didáticos, passa a ser distribuída ao longo de todo o Ensino Fundamental, estando agora em progressão gradual e contínua, instrumentalizando os alunos para uma visão mais integrada da Ciência. O mesmo ocorre com temas relacionados ao meio ambiente e ao corpo humano, fornecendo bases científicas para os estudantes desenvolverem a atenção e o cuidado com a saúde individual, coletiva e ambiental.

Nos anos finais do Ensino Fundamental (6º a 9º anos), os alunos devem, utilizando as competências científicas desenvolvidas e demonstrando a aquisição de uma visão mais crítica e sistêmica do mundo, ser capazes de avaliar e intervir, assumindo protagonismo na escolha de posicionamentos e formas de atuação.

Esta obra e a BNCC

Nesta edição da obra, houve intenso esforço para alinhá-la do modo mais completo possível às diretrizes do documento. No tocante às competências e habilidades expressas na BNCC, alguns comentários nos parecem mais relevantes e são expostos a seguir.

As **competências gerais** (BNCC, 2017, p. 7-10) e as **competências específicas de Ciências da Natureza** (BNCC, 2017, p. 319-322) foram elemento norteador de variados aspectos na elaboração dos volumes. Entre outros, os temas da seção *Motivação* (leituras ou experimentos, conforme conveniência pontual), as propostas que constam de boxes laterais (*Para discussão em grupo*, *Trabalho em equipe* e *Refleta sobre suas atitudes*, por

exemplo) e as atividades das seções *Explore diferentes linguagens* e *Seu aprendizado não termina aqui*, e também do *Suplemento de projetos*, foram escolhidos para possibilitar que os estudantes exercitem a curiosidade intelectual, recorram à abordagem própria das Ciências da Natureza, utilizem variadas formas de linguagem, empreguem conhecimentos científicos para se expressar e compartilhar informações, percepções, ideias e experiências em contextos variados, argumentem fundamentados em informações confiáveis, desenvolvam o diálogo, a empatia, a solução pacífica de conflitos, estabeleçam a cooperação na consecução de metas comuns e atuem ativamente, e com protagonismo, em situações individuais ou coletivas.

No que tange a participar de práticas diversificadas de produção artístico-cultural, a seção *Explore diferentes linguagens* propõe, em momentos oportunos, a elaboração de diferentes gêneros textuais, encenações e criação de cartazes, *slogans* e outras formas de divulgação de saberes científicos relevantes à comunidade. A mesma seção por vezes se utiliza, como mote, de textos de diferentes naturezas, bem como de saberes populares, ditados, fotografias, ilustrações, tirinhas e charges, na tentativa de unir a alfabetização científica à valorização de produções culturais e à fruição de manifestações artísticas que se relacionem ao que está sendo estudado. A interpretação ou a elaboração de gráficos e tabelas é outro tipo de atividade que, quando possível, aparece nessa seção com a intenção de capacitar os estudantes para a utilização de linguagem matemática.

Nas atividades de encerramento das unidades, intituladas *Isso vai para o nosso blog!*, os estudantes devem abordar temas que também foram escolhidos para propiciar o desenvolvimento de competências gerais e específicas da BNCC. Isso envolve acessar e reunir informações, analisá-las, debatê-las, selecionar as mais relevantes e confiáveis e empregá-las para tratar dos tópicos propostos. Conforme os temas em questão, essas atividades visam valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos (sobre o mundo físico, social,

cultural e digital) para entender e explicar a realidade, estimulando a compreensão e utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, reflexiva, significativa e ética. Tais atividades também permitem compreender as Ciências da Natureza como um construto humano e o conhecimento científico como cultural, histórico, dinâmico e provisório. Além disso, muitos dos temas dessa seção têm viés social (saúde, ambiente, tecnologia etc.), relacionando-se à necessidade de construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

O *blog* de cada equipe também propicia o trabalho ativo com terminologias científicas (veja comentário sobre *Amplie o vocabulário!*, mais à frente) e, a critério do educador, pode também ser usado para a divulgação do resultado de outras atividades propostas na obra.

Com essas e todas as demais atividades em grupo presentes na obra, busca-se propiciar a cooperação, o diálogo e a resolução de conflitos interpessoais com responsabilidade, autonomia, resiliência, flexibilidade e determinação.

As habilidades da BNCC para Ciências da Natureza nos anos finais do Ensino Fundamental (BNCC, 2017, p. 341-349), referentes ao ano **deste volume**, estão relacionadas na tabela da página XX deste manual, listadas por unidades temáticas e objetos de conhecimento. Todas são contempladas neste volume, nos locais indicados na tabela. Comentários específicos sobre o desenvolvimento de cada habilidade aparecem na segunda parte deste manual, nos locais em que são previstas, com o título *De olho na BNCC!* e a discriminação do código da habilidade. Sobre as unidades temáticas e os objetos de conhecimento, levamos em conta a assertiva da BNCC de que “os critérios de organização das habilidades na BNCC (com a explicitação dos objetos de conhecimento aos quais se relacionam e do agrupamento desses objetos em unidades temáticas) expressam um arranjo possível (dentre outros). Portanto, os agrupamentos propostos não devem ser tomados como modelo obrigatório para o desenho dos currículos” (BNCC, 2017, p. 328).

Comentários sobre algumas seções do livro do aluno

Foto de abertura do capítulo

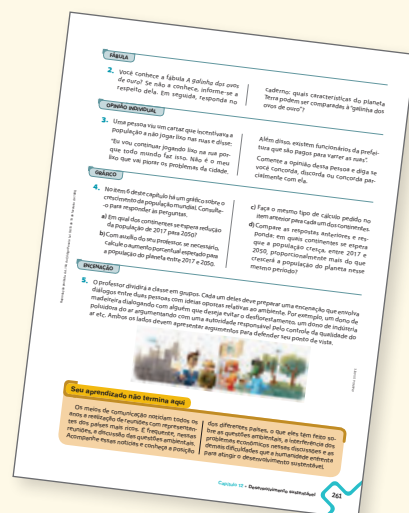
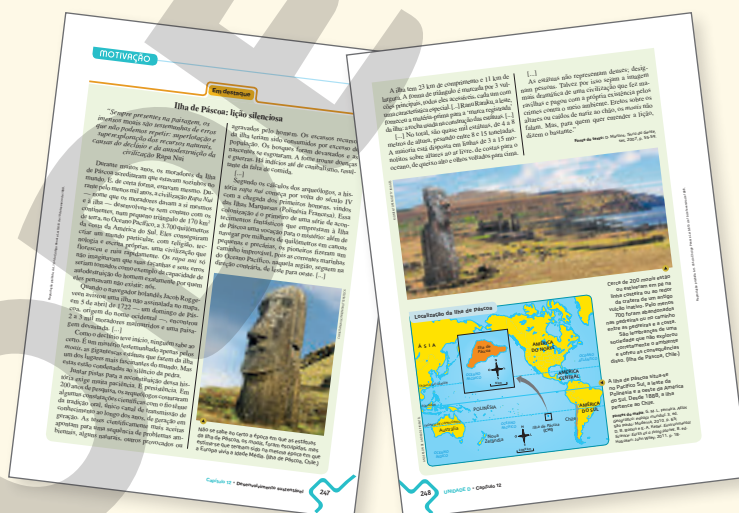
- Na abertura de cada capítulo há uma foto alusiva a algo que nele é tratado.
- Com essa foto, tem-se a **problematização** inicial, instiga-se a curiosidade do aluno, que, interessado no assunto, pode ter um aprendizado mais efetivo.

Motivação

- Logo após a foto de abertura, todos os capítulos têm a seção **Motivação**. Ela permite ao professor continuar a **problematização** inicial por meio de notícias, experimentos, textos de outros livros ou da internet, situações cotidianas etc. Há capítulos em que essa seção também permite desenvolver conteúdos de natureza procedimental.
- O professor pode aproveitar essa seção, bem como a foto de abertura, para realizar a **avaliação prévia** dos saberes que os alunos trazem de sua vivência pregressa.

Seu aprendizado não termina aqui

- Essa seção convida o aluno a **continuar buscando o conhecimento** e desenvolvendo suas capacidades, independentemente de estar no ambiente escolar.



Isso vai para o nosso blog!

- Isso vai para o nosso blog! é uma seção que aparece no fechamento de todas as unidades da obra.
- Os alunos são divididos em equipes de 4 ou 5 alunos, e cada equipe criará e manterá um *blog* de Ciências.
- A divisão dos participantes pode ser feita pelos próprios alunos ou seguir o critério do professor. Ao longo do ano, em função das reacomodações naturais no ambiente de socialização da escola, intervenções do professor podem ser requeridas para redistribuir alguns alunos, até mesmo com a criação de novas equipes e *blogs*.
- Estimula a pesquisa de informações em **diferentes fontes**, a leitura e a seleção do material que será postado pelos alunos no *blog*.
- Propicia **discussões** sobre o material reunido e publicado.
- Desenvolve competências** relativas ao acesso e ao tratamento de informações, à discussão em grupo, à cooperação e à interação social.
- Os temas escolhidos favorecem **reflexões sobre as atitudes** de cada um e podem produzir mudanças benéficas.
- É **importante** ao docente avaliar se é conveniente haver acesso irrestrito aos *blogs* ou se é mais apropriado sua hospedagem em **páginas de redes sociais restritas**, permitindo configurar o acesso **apenas** a estudantes, professores e demais educadores.

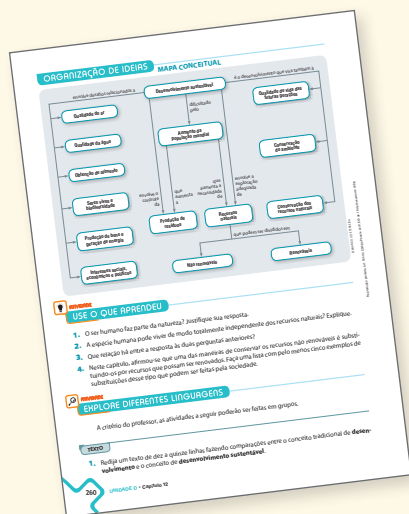


Amplie o vocabulário!

- A seção *Amplie o vocabulário!* propicia um **trabalho com as terminologias** mais importantes que aparecem nos capítulos.
- Os **alunos discutem** o significado dos principais termos estudados e elaboram, com a supervisão do professor, uma definição que se incorpora ao vocabulário da classe, uma espécie de dicionário de Ciências criado ao longo do curso.
- A critério do professor, essas definições devem ser **reunidas** no *blog* de Ciências, criado e mantido pelas equipes da sala de aula, e/ou em cartazes, em fichas ou nas páginas finais do caderno de cada aluno.
- Esse trabalho participativo contribui efetivamente para **a construção de conceitos** e, por conseguinte, para **ampliar o vocabulário dos alunos**.



Mapas conceituais



Mapas conceituais são um modo organizado de expressar relações entre conteúdos conceituais (fatos, conceitos e princípios).

Trata-se de um poderoso instrumento auxiliar da aprendizagem, no qual tais conteúdos são relacionados graficamente e de forma hierarquizada.

Vantagens didáticas

Para os professores, os mapas conceituais ajudam a planejar o curso, a visualizar pré-requisitos e a buscar estratégias para favorecer a construção e a interligação de conceitos numa aprendizagem significativa.

Para os alunos, a elaboração dos mapas ajuda a distinguir as informações fundamentais das acessórias ou supérfluas. Também os auxilia a estabelecer a relação dos conceitos mais abrangentes com outros, deles decorrentes ou a eles subordinados.

Há muitos mapas possíveis

O que esta coleção apresenta, para cada capítulo, é **apenas um entre os muitos mapas conceituais possíveis**. Certamente será muito útil ao professor elaborar seus próprios mapas conceituais, que o ajudarão a adequar o curso à **realidade local**.

Espera-se que, com o auxílio do professor, os alunos adquiram gradual desenvoltura na **interpretação** dos mapas mostrados no livro e, posteriormente, na **elaboração** dos seus próprios mapas.

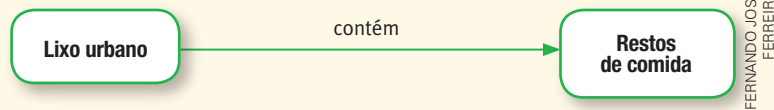
Se os alunos estiverem bem familiarizados com a interpretação deles, é de esperar que passem a construí-los com relativa facilidade. Um dos possíveis métodos para construir um mapa conceitual é sugerido na página a seguir.

Boas oportunidades para usar essa técnica são as situações em que outros textos (paradidáticos, artigos etc.) são usados para trabalhar um tema.

Proposições e palavras de ligação

Consideremos, a título de exemplo, as expressões **lixo urbano** e **restos de comida**, que designam conceitos. Ao ouvi-las, fazemos uma imagem mental do significado de cada uma. Esses dois conceitos estão relacionados.

Ao dizer que **lixo urbano** contém **restos de comida**, elaboramos uma *proposição* na qual a palavra “contém” atua como *palavra de ligação*, *conexão* ou *enlace* entre os dois conceitos. (Para elaborar uma proposição, podem ser usadas uma ou mais palavras de ligação.) Essa proposição pode ser expressa graficamente assim:



Como construir um mapa conceitual

Os passos descritos a seguir mostram uma das maneiras para elaborar um mapa com os conteúdos conceituais de um texto.

1. Após a leitura atenta, listar os conceitos importantes, sejam eles abrangentes ou específicos. Ajuda bastante prestar atenção aos títulos, aos subtítulos e às palavras destacadas em *itálico* ou **negrito**, pois frequentemente expressam fatos, conceitos ou princípios.
2. Agrupar os conteúdos conceituais mais fortemente relacionados.
3. Arranjar, em ordem de importância ou abrangência, os conteúdos conceituais de cada um desses grupos.
4. Escrever cada um desses conteúdos numa folha, dentro de um retângulo (ou um círculo, ou uma elipse etc.). De modo geral, é conveniente que os mais abrangentes fiquem em cima, e os mais específicos, embaixo.
5. Interligar os retângulos com setas (ou linhas, simplesmente) e escrever próximo

a elas uma ou mais palavras de ligação que estabeleçam uma proposição.

6. Analisar o mapa para ver em que ele pode ser melhorado: remanejar blocos, estabelecer relações cruzadas, omitir partes menos importantes em prol da clareza, modificar a disposição para facilitar a visualização etc.

Ao trabalhar com os alunos essas etapas, é conveniente escrever os conteúdos conceituais em retângulos de papel, para que possam ser facilmente trocados de lugar.

É esperado que não haja concordância sobre a hierarquização e o estabelecimento das proposições. No caso de equipes, fazendo cada uma o seu mapa referente a um mesmo texto, mapas bem distintos podem surgir. Não há problema nisso. A apresentação em público desses mapas propicia uma discussão enriquecedora, em que conteúdos são retrabalhados, dúvidas apareçam e sejam resolvidas.

Unidades e capítulos • 6º ano e 7º ano

UNIDADE A

Capítulo 1 - Seres vivos e cadeias alimentares

Capítulo 2 - Fotossíntese

Capítulo 3 - Teias alimentares

6º ANO

UNIDADE C

Capítulo 7 - Sistema nervoso

Capítulo 8 - Substâncias químicas

Capítulo 9 - Transformações químicas

UNIDADE B

Capítulo 4 - Níveis de organização do corpo humano

Capítulo 5 - Ossos e músculos

Capítulo 6 - Visão

UNIDADE D

Capítulo 10 - Atmosfera e hidrosfera

Capítulo 11 - Nosso planeta e os recursos minerais

Capítulo 12 - Dia e noite: regularidades celestes

UNIDADE A

Capítulo 1 - Biodiversidade

Capítulo 2 - Adaptação dos seres vivos

Capítulo 3 - Diversidade da vida microscópica

7º ANO

UNIDADE C

Capítulo 7 - Peixes, anfíbios e répteis

Capítulo 8 - Aves e mamíferos

Capítulo 9 - Principais biomas brasileiros

UNIDADE B

Capítulo 4 - Fungos

Capítulo 5 - Animais invertebrados: principais grupos

Capítulo 6 - Saneamento básico

UNIDADE D

Capítulo 10 - Máquinas simples

Capítulo 11 - Temperatura, calor e efeito estufa

Capítulo 12 - Gases da atmosfera e placas da litosfera

Unidades e capítulos • 8º ano e 9º ano

UNIDADE A

Capítulo 1 - Alimentos e nutrientes

Capítulo 2 - Sistema digestório

Capítulo 3 - Sistemas circulatório, linfático e urinário

8º ANO

UNIDADE C

Capítulo 7 - Adolescência, puberdade e sistema endócrino

Capítulo 8 - Reprodução humana

Capítulo 9 - Sexo, saúde e sociedade

UNIDADE B

Capítulo 4 - Sistema respiratório

Capítulo 5 - Reprodução sexuada e reprodução assexuada em animais

Capítulo 6 - Reprodução sexuada e reprodução assexuada em plantas

UNIDADE D

Capítulo 10 - Previsão do tempo

Capítulo 11 - Lua e constelações

Capítulo 12 - Produção e uso de energia elétrica

UNIDADE A

Capítulo 1 - Reações químicas e Teoria Atômica de Dalton

Capítulo 2 - Cargas elétricas e modelo atômico de Rutherford

Capítulo 3 - Ondas eletromagnéticas e modelo atômico de Bohr

9º ANO

UNIDADE C

Capítulo 7 - Cinemática

Capítulo 8 - Dinâmica

Capítulo 9 - Gravitação

UNIDADE B

Capítulo 4 - Ligações químicas

Capítulo 5 - Acústica

Capítulo 6 - Óptica

UNIDADE D

Capítulo 10 - Genética e hereditariedade

Capítulo 11 - Evolução dos seres vivos

Capítulo 12 - Desenvolvimento sustentável

BNCC • Ciências da Natureza • 9º ano

	Objetos de conhecimento	Habilidades	Desenvolvimento neste volume
Matéria e energia	Aspectos quantitativos das transformações químicas	(EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.	Capítulos 1 e 4
		(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.	Capítulo 1
		(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.	Capítulos 1, 2 e 3
		(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.	Capítulo 6
	Estrutura da matéria	(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.	Capítulo 3 e atividade de encerramento da unidade B
	Radiações e suas aplicações na saúde	(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.	Capítulo 3 e atividade de encerramento da unidade B
		(EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a <i>laser</i> , infravermelho, ultravioleta etc.).	Capítulos 3 e 5 e atividade de encerramento da unidade B
Vida e evolução	Hereditariedade	(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.	Capítulo 10
		(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.	Capítulo 10
		(EF09CI10) Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.	Capítulo 11
	Ideias evolucionistas	(EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.	Capítulo 11
	Preservação da biodiversidade	(EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.	Capítulo 12 e atividade de encerramento da unidade D
		(EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.	Capítulo 12 e atividade de encerramento da unidade D
Terra e Universo	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo	(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).	Capítulo 9
		(EF09CI15) Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).	Atividade de encerramento da unidade C
	Astronomia e cultura	(EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.	Capítulo 9 e atividade de encerramento da unidade C
	Vida humana fora da Terra	(EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.	Capítulo 9
	Ordem de grandeza astronômica		
	Evolução estelar		

Aprofundamento ao professor

Referente ao capítulo 2

Por que os para-raios são pontudos?

Considere um condutor metálico esférico, em contato com o ar, portador de carga elétrica. Essa carga não passa para o ar porque ele é um **dielétrico**, ou seja, **não é condutor elétrico**. No entanto, se a carga no condutor for muito alta (positiva ou negativa), o campo elétrico nas proximidades poderá atingir um valor suficientemente alto (em módulo) para provocar a formação de íons, ou seja, a **ionização** do ar. Nesse momento, o ar se torna condutor.

Vejamos como ocorre a ionização. Se a carga da esfera for positiva (veja esquema [A]), ela atrai elétrons das moléculas de ar, arrancando alguns deles e criando íons positivos (cátions). Tanto os elétrons desprendidos, atraídos em direção à esfera, quanto os íons positivos, repelidos por ela, podem colidir com outras moléculas de ar, ionizando-as também. Esse é um processo em cadeia que amplifica o número de íons e subitamente torna o meio condutor de corrente elétrica (pela movimentação dos íons). Porém, se a carga na esfera for negativa (veja esquema [B]), ela repele elétrons das moléculas de ar, podendo arrancar alguns deles e gerar íons positivos. Os elétrons ejetados, repelidos pela esfera, e os íons positivos, atraídos por ela, colidem com outras moléculas de ar, também desencadeando um processo que produz muitos íons e torna o meio condutor.



Representação esquemática da ionização do ar por uma esfera metálica suficientemente eletrizada com carga positiva [A] ou carga negativa [B].

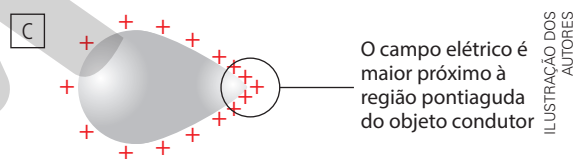
A ionização de um dielétrico submetido a um campo elétrico muito intenso é denominada **ruptura dielétrica** e o potencial elétrico necessário para que isso ocorra é chamado

rigidez dielétrica. Para o ar, a rigidez dielétrica é da ordem de 3×10^6 V/m (ou 3×10^6 N/C).* Se um objeto condutor eletrizado, imerso no ar, tiver uma carga tão elevada que o campo elétrico na sua superfície chegar a 3×10^6 V/m, ocorrerá a ruptura dielétrica do ar e este, tornando-se condutor, permitirá o escoamento da carga para fora do objeto. A descarga elétrica para fora do objeto é um **arco elétrico**, ou **arco voltaico**.



Arcos voltaicos, como esses entre os eletrodos metálicos da foto, são descargas elétricas que ocorrem quando há ruptura dielétrica.

A carga em um condutor esférico se distribui uniformemente em sua superfície. Porém, verifica-se que, em condutores não esféricos, a distribuição da carga não é uniforme. Ocorre **maior concentração de cargas nas regiões pontiagudas** (veja [C]), o que faz com que o **campo elétrico seja maior nas proximidades dessas regiões**.



Em um condutor eletrizado, há maior concentração de cargas nas regiões pontiagudas. (Representação esquemática.)

Isso significa que, se um condutor de forma irregular receber continuamente carga elétrica até que haja ruptura dielétrica do ar ao seu redor, esta ocorrerá próximo a uma região pontiaguda, pois aí o campo elétrico é maior.

* V/m (volt por metro) equivale a N/C (newton por coulomb).

Durante uma tempestade, estabelece-se grande diferença de potencial elétrico entre a parte inferior das nuvens e o solo (veja **D**). Como os para-raios estão aterrados, eles, do ponto de vista elétrico, são parte do solo. A ruptura dielétrica do ar é mais provável nas proximidades das pontas dos para-raios do que em outros locais do solo ou de outros objetos aterrados. Assim, para cumprirem bem seu papel, os para-raios precisam ser pontiagudos.



Fontes do esquema: elaborado a partir de FEYNMAN, R. et al. *The Feynman lectures on Physics: definitive edition*. San Francisco: Addison Wesley, 2006. v. II. p. 6-13 e 9-10; AHRENS, C. D.; HENSON, R. *Meteorology today*. 11. ed. Boston: Cengage, 2016. p. 404, 406.

Referente ao capítulo 3

Como se mede a velocidade com que uma estrela se afasta da Terra?

A luz proveniente de uma estrela pode ser decomposta ao passá-la por uma fresta e, a seguir, por um prisma de cristal. O “arco-íris” resultante é um **espectro da luz visível** e contém luzes de várias cores e tonalidades diferentes. Em uma extremidade, os tons de vermelho correspondem às frequências mais baixas e comprimentos de onda mais longos. Na outra ponta, os tons de violeta têm frequências altas e comprimentos de onda pequenos. O espectro da luz visível está esquematizado na figura **A**.

Muitas estrelas estão se afastando da Terra. As ondas eletromagnéticas emitidas por uma estrela que se afasta de nós sofrem diminuição de frequência devido a um fenômeno conhecido como efeito Doppler. Assim, todo o espectro de frequências emitido por essa estrela desloca-se para frequências menores. Algumas componentes vermelhas da luz emitida por essa estrela acabam caindo no infravermelho (porção não visível do espectro com frequência abaixo do vermelho). E um trecho do espectro original que estava no ultravioleta (porção não visível com frequência acima do violeta) acaba sendo deslocado para a faixa visível do violeta. Toda essa redução das frequências é denominada **deslocamento para o vermelho**. Quanto mais acentuado, maior a velocidade com que a estrela se afasta de nós.

No entanto, há algumas estrelas que estão se aproximando da Terra. Nesse caso, os astrônomos dizem que o espectro sofre **deslocamento para o azul** (talvez fosse mais didático dizer deslocamento para o **violeta**).

Porém, surge uma dúvida. Todas as componentes mudaram de lugar, em direção ao vermelho ou ao violeta, mas o espectro continua sendo obtido inteiro. Então, como se constata que houve deslocamento?

A resposta está nas linhas espectrais de absorção. A luz emitida por uma estrela se origina em suas camadas internas, muito quentes. Quando a luz atravessa camadas mais externas, em que o gás está relativamente mais frio, átomos de elementos presentes absorvem luz de apenas algumas frequências específicas, características desses elementos químicos. No espectro da estrela, aparecem linhas escuras nas frequências absorvidas, chamadas **linhas espectrais de absorção**. A figura **B** esquematiza o espectro com duas linhas (genéricas). No espectro obtido com a luz de uma estrela que se afasta da Terra, as linhas espectrais estão deslocadas para o vermelho, como esquematizado em **C**. Já no caso de uma estrela que se aproxima, as linhas espectrais estão deslocadas para o azul, como em **D**.

Quanto maior a velocidade da estrela, maior o deslocamento. A medida experimental do deslocamento permite aos astrônomos calcular a velocidade de afastamento ou de aproximação de uma estrela, ou mesmo de uma galáxia.



Esquema de linhas de absorção no espectro visível e de seu deslocamento para o vermelho e para o azul.

Fonte do esquema: elaborado a partir de KRAUSKOPF, K. B.; BEISER, A. *The physical universe*. 14. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2012. p. 644.

Como funciona o GPS?

GPS é a sigla de *Global Positioning System*, um sistema de navegação baseado em um conjunto de 24 satélites operacionais (há outros, sobressalentes), que têm órbitas com raio aproximado de 20 mil quilômetros e que completam aproximadamente duas voltas ao redor da Terra por dia. As órbitas são arranjadas de modo a possibilitar que, em um ponto qualquer da superfície terrestre, pelo menos quatro satélites estejam “visíveis”, ou seja, acima da linha do horizonte.

Cada satélite transmite continuamente um sinal de micro-ondas que inclui sua identificação, informações de sua órbita e o instante de tempo (horário) em que a transmissão foi feita, com precisão de um bilionésimo de segundo*. Quando o sinal chega a um receptor GPS, este, com base nas informações do sinal, calcula a que distância do satélite ele se encontra. É necessário receber o sinal de no mínimo três satélites para que o receptor determine a longitude e a latitude.

A necessidade de três sinais pode ser explicada com uma analogia. Imagine que você quer determinar sua localização no mapa da página seguinte. Se você souber apenas que está a 270 m da estátua do centro da praça e a 200 m do mastro da bandeira da escola, isso só permite concluir que pode ser o ponto **A** ou o **B** (veja o esquema). Mas, se você conhecer também a distância a um terceiro ponto de referência, então a localização será inequívoca. Por exemplo, se você souber que está a 100 m do poste ao lado da banca de jornais, então sua posição só pode ser o ponto **A**.

Similarmente, se um receptor GPS está informado da distância a três satélites, então pode determinar sua latitude e longitude. Nos aparelhos que fornecem velocidade e direção de movimentação, estas são determinadas pela comparação de sucessivas posições ao longo do tempo. Se o aparelho receber o sinal de um quarto satélite, isso possibilita determinar, além da latitude e da longitude, também a altitude local.

* A precisão do sistema requereu que os satélites fossem equipados com relógios atômicos e que a sincronização dos seus horários levasse em conta efeitos relativísticos.

O conjunto de satélites GPS, mantido pelo governo estadunidense, tornou-se operante em 1992. Na época, o sinal era codificado e, para os civis, permitia precisão da ordem de 45 metros. A codificação foi removida em 2000 e, a partir de então, houve grande disseminação do uso de receptores GPS.

A precisão da localização varia de acordo com o modelo do receptor. Em geral, quanto maior a precisão de um GPS, mais caro ele é. Alguns, bem precisos, têm erro inferior a um metro. Aprimorando-se quesitos eletrônicos é teoricamente possível chegar a uma precisão de um centímetro!



Analogia para determinação de coordenadas usando sinal GPS.

Fonte do esquema: elaborado a partir de SHIPMAN, J. T. et al. *An introduction to Physical Science*. 13. ed. Boston: Brooks/Cole, 2013. p. 421.

Como funciona o radar policial?

Em muitas localidades brasileiras, há dispositivos fotográficos fixados em postes e conectados a sensores no chão da via. Esses sensores têm um determinado espaçamento entre si e são pressionados sucessivamente por um veículo em movimento, transcorrendo certo intervalo de tempo entre o pressionamento de cada um. Se um veículo estiver acima da velocidade máxima permitida na via, o intervalo de tempo será inferior a um mínimo predeterminado e isso disparará a máquina fotográfica para registrar a infração. Embora alguns chamem esses dispositivos de “radares”, a denominação não é correta.

O termo **radar** (do inglês *radio detection and ranging*) designa um dispositivo que emite ondas de rádio ou micro-ondas e que as capta em seu retorno, após serem refletidas em um objeto. Com isso, radares possibilitam a detecção da presença de objetos, bem como de sua posição e direção de movimento.

Radares também podem medir a velocidade de objetos. É o que ocorre nos radares usados para flagrar motoristas em excesso de velocidade. Tais radares não dependem de sensores instalados no chão e, por isso, são popularmente conhecidos como “radares móveis”.

As ondas eletromagnéticas emitidas por um dispositivo desse tipo têm certa frequência. Ao atingirem um veículo em movimento, essas ondas são refletidas. É como se o veículo fosse uma fonte emissora de ondas eletromagnéticas.

As ondas refletidas sofrem alteração de frequência devido ao efeito Doppler. O radar capta essas ondas em seu retorno e mede sua frequência. Um programa de computador compara-a à frequência originalmente emitida e, com base na diferença entre ambas, calcula a velocidade do veículo. Então, em caso de infração, uma máquina fotográfica acoplada registra o flagrante.

O que é grafeno? (Nobel 2010)

A Academia Real Sueca de Ciências escolheu como vencedores do Prêmio Nobel de Física 2010 dois cientistas nascidos na Rússia e que trabalham na Universidade de Manchester, Inglaterra. Andre Geim e Konstantin Novoselov foram escolhidos pelo sucesso obtido na produção, isolamento, identificação e caracterização do **grafeno**.

Essa variedade alotrópica do carbono é constituída de uma monocamada de átomos do elemento ligados em arranjo hexagonal. (A grafite e o diamante são variedades alotrópicas naturais do elemento carbono.) De fato, o grafeno nada mais é do que uma das inúmeras camadas que constituem a grafite. Um cristal de grafite com 1 mm de espessura consiste de três milhões de camadas de grafeno sobrepostas, unidas por interações intermoleculares. Embora filmes com a espessura de cem camadas tivessem sido isolados anteriormente, acreditava-se que uma única camada não poderia ser produzida ou isolada.

Em um artigo publicado na revista *Science*, Geim e Novoselov revelaram que tal camada podia ser isolada em quantidade suficiente para verificar suas propriedades e era estável. Em uma das etapas do trabalho, eles utilizaram fita adesiva para remover camadas de grafeno de cristais de grafite. Segundo comunicado da Academia, o grafeno é “o primeiro material cristalino verdadeiramente bidimensional e é representativo de toda uma classe de materiais 2D que inclui, por exemplo, monocamadas de nitreto de boro (BN) e de dissulfeto de molibdênio (MoS_2)”.

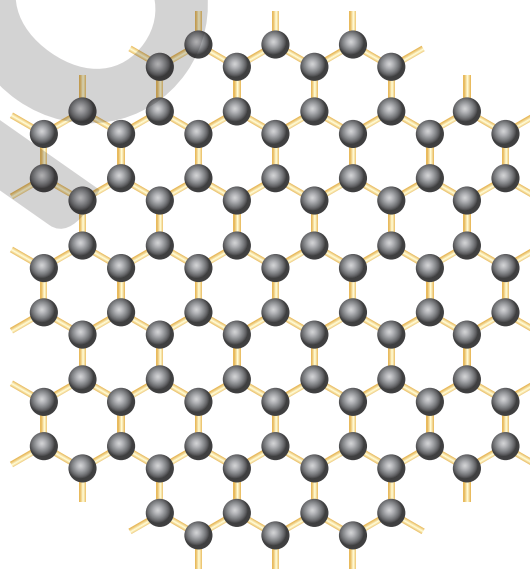
Camadas de 70 cm de largura de grafeno já foram obtidas. O material apresenta propriedades interessantes. É praticamente transparente; deixa passar 97,7% da luz visível. É mais resistente que uma amostra de aço de mesma dimensão e estica até 20% sem romper. Uma rede hipotética de 1 m^2 do material teria apenas 0,77 mg e, estendida, suportaria um objeto de 4 kg. (O comunicado da Academia foi ilustrado com uma rede de dormir feita de grafeno, com um gato sobre ela.)

O grafeno conduz calor e corrente elétrica melhor que o cobre, o que pode ser atribuído aos elétrons deslocalizados — o alótropo pode ser encarado como constituído de muitos anéis benzênicos condensados, nos quais há ressonância.

O novo material tem aplicações promissoras. É um condutor transparente, flexível e mecanicamente resistente, que poderia ser usado em telas ultrafinas, flexíveis e sensíveis ao toque para tevê, computadores, celulares e livros digitais. Transistores de grafeno seriam mais rápidos que os de silício (um protótipo já foi construído) e *chips* com maior capacidade de processamento poderiam ser fabricados.

É a segunda vez que a produção e a caracterização de um novo alótropo do carbono rendeu o Nobel. Em 1996, o prêmio de Química foi conferido a três cientistas pela descoberta e pelo estudo dos fulerenos.

Andre Geim já ocupou as manchetes por uma “honraria” menos digna de orgulho. Em 2000, foi agraciado com o Ig Nobel (para “pesquisas que fazem as pessoas rirem e, então, pensarem”) por ter levitado um sapo empregando campos magnéticos intensos. Geim é o primeiro indivíduo a conquistar ambos os prêmios.



Modelo molecular do grafeno.

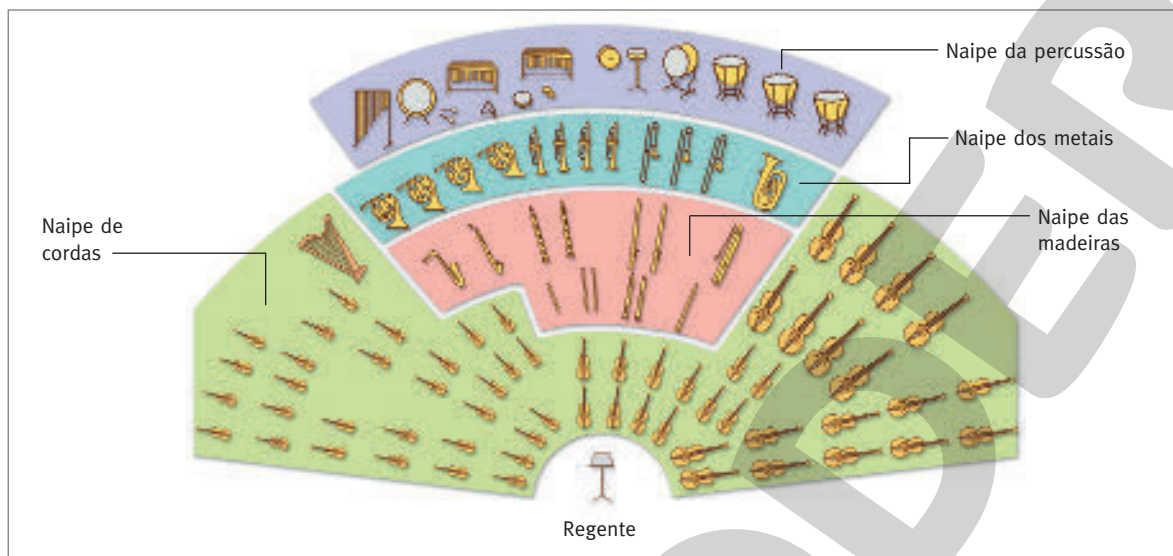
Fonte da ilustração: BROWN, T. L. et al. *Chemistry: the central science*. 14. ed. Nova York: Pearson, 2018. p. 510.

ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

Orquestras

“Orquestras tais como as conhecemos apareceram pela primeira vez no século XVII, mas eram geralmente muito pequenas. Durante o século XIX, as técnicas de fabricação de instrumentos musicais melhoraram muito e o tamanho das orquestras aumentou. Hoje uma orquestra média contém de 40 a 70 músicos. Cada uma das quatro seções de uma orquestra tem um papel diferente. Os instrumentos de corda, que quase sempre correspondem à

maior das divisões, usualmente proporcionam a melodia. Os instrumentos de sopro de madeira às vezes sustentam a melodia, porém mais frequentemente dão vivacidade e calor ao conjunto do som. Os instrumentos de sopro de metal comumente adicionam contraste e ênfase às passagens dramáticas, enquanto a seção de percussão provê o suporte rítmico para a orquestra. O regente conduz o tempo musical, o volume e o balanço da peça.”



Esquema da distribuição dos instrumentos de uma orquestra durante apresentação.

Fonte do texto e da ilustração: *DK Illustrated Oxford Dictionary*.
Londres: Dorling Kindersley/Oxford University, 1998. p. 575. (Tradução dos autores.)

Reflexão sonora. Reforço, reverberação e eco

“A **reflexão do som** pode dar origem ao reforço, à reverberação ou ao eco, dependendo do intervalo de tempo entre a percepção, pelo ouvinte, do som direto e do som refletido.

A ocorrência de um ou de outro desses fenômenos deve-se ao fato de só conseguirmos distinguir dois sons que nos chegam com um intervalo de tempo superior a 0,1 s (um décimo de segundo). [...]

Se o obstáculo que reflete o som estiver muito próximo, o som direto e o som refletido chegam praticamente no mesmo instante. O ouvinte terá então a sensação de um som

mais forte. A esse fenômeno se dá o nome de **reforço**.

Quando o obstáculo refletor está mais afastado, de modo que o intervalo entre a percepção do som direto e a do som refletido é menor que 0,1 s, mas não é desprezível, ocorre o fenômeno da **reverberação**. Nesse caso, o som refletido chega ao sistema auditivo, enquanto a sensação do som direto ainda não se extinguiu. O ouvinte tem então a impressão de um prolongamento do som. Nos auditórios, a reverberação, desde que não exagerada, auxilia o entendimento do que está sendo falado.

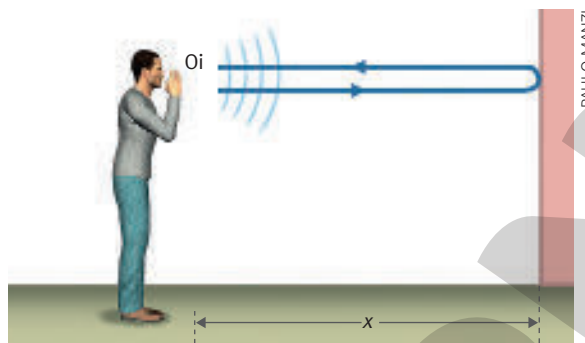
O **eco** ocorre quando o som refletido é recebido pelo ouvinte depois que o som direto já se extinguiu. Assim, o ouvinte percebe dois sons distintos. Para que isso aconteça, o intervalo de tempo entre a percepção dos dois sons (direto e refletido) deve ser maior que 0,1 s. Considere a situação da figura: uma pessoa situada a uma distância x de uma parede grita um monossílabo. Para haver eco, devemos ter $\Delta t > 0,1$ s.

Como $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, temos: $\Delta t = \frac{\Delta s}{v}$. A condição para que ocorra o eco é $\frac{\Delta s}{v} > 0,1$ s.

Sendo $v = 340$ m/s a velocidade do som no ar e $\Delta s = 2x$ (ida e volta), vem:

$$\frac{2x}{340} > 0,1 \Rightarrow x > 17 \text{ m}$$

Portanto, um ouvinte percebe o eco desde que sua distância ao obstáculo refletor seja superior a 17 m no ar.”



Para haver eco, deve-se ter $x > 17$ m.

Fonte do texto e da figura: RAMALHO JR., F. et al. *Os fundamentos da Física*. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. v. 2. p. 476.

O som de uma sirene é diferente quando ela se aproxima ou se afasta de nós. Por quê?

As ondas sonoras são ondas longitudinais em que a pressão local do meio oscila durante a propagação. As cristas podem ser interpretadas como máximos de pressão, e os vales, como mínimos. Na discussão apresentada, consideraremos que o ar está parado em relação ao solo.

A ambulância do esquema [A] está parada e sua sirene é ligada. As ondas sonoras que ela passa a emitir propagam-se no ar em todas as direções e consistem de sucessivas cristas e vales. Quando as primeiras cristas de onda emitidas atingem a distância 1 da fonte sonora, as cristas de onda imediatamente seguintes atingem a distância 2, e assim por diante. Um indivíduo em repouso no ponto X e outro no ponto Y recebem as ondas sonoras com mesmo comprimento de onda (λ) e, portanto, percebem o som com a mesma frequência (f).

Se, no entanto, a fonte sonora estiver se movendo para a direita, ocorre o que está esquematizado em [B]. As primeiras cristas foram emitidas quando a fonte estava no ponto 1. Quando as cristas seguintes foram emitidas, a fonte sonora já estava no ponto 2. Quando as cristas de onda emitidas na

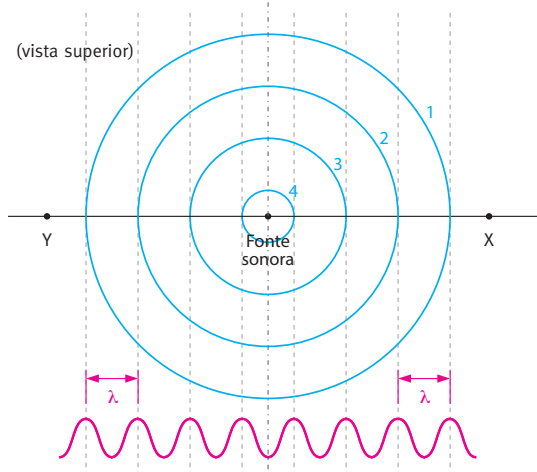
posição 1 chegam ao círculo 1, as seguintes chegam ao círculo 2 etc. Nesse caso, os círculos não são concêntricos. Cada um está centrado no ponto em que a fonte sonora estava no momento da emissão.

O indivíduo em X recebe o som com comprimento de onda menor e, portanto, com uma **frequência maior**. Em outras palavras, para o observador em X, o som parece mais **agudo**. Já o indivíduo situado em Y recebe o som com comprimento de onda maior e **frequência menor**. Para ele, o som parece mais **grave**. Essa alteração da frequência decorrente do movimento da fonte é o **efeito Doppler**, descrito primeiramente pelo físico austríaco Christian Johann Doppler (1803-1853). O efeito Doppler também ocorre se o observador estiver em movimento.

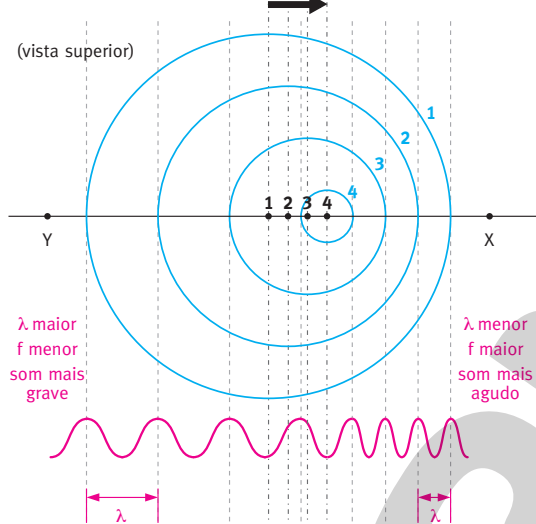
Imagine que o som da sirene de uma ambulância tenha frequência 500 Hz. Se você estiver parado(a) na calçada e esse veículo vier pela rua em sua direção a 60 km/h, você ouvirá o som a 526 Hz. E, depois que a ambulância tiver passado e estiver se afastando, a frequência mudará para 477 Hz. O som fica mais agudo na aproximação e mais grave no afastamento.



(vista superior)



(vista superior)



Fontes do esquema: LUTGENS, F. K.; TARBUCK, E. J. *The atmosphere*. 13. ed. Hoboken: Pearson, 2016. p. 294; CUTNELL, J. D.; JOHNSON, K. W. *Physics*. 9. ed. Hoboken: John Wiley, 2012. p. 484.

ILUSTRAÇÕES DOS AUTORES

Como funciona a ultrassonografia com Doppler?

O som audível apresenta frequência na faixa de 20 Hz (hertz = oscilações por segundo) a 20 kHz (isto é, 20 mil hertz). Acima dessa faixa está o ultrassom. Nos exames de ultrassonografia, ondas mecânicas similares às sonoras, mas de frequência inaudível (por volta de 8 MHz, ou seja, 8 milhões de hertz), são emitidas e captadas em seu retorno, propiciando a localização e inspeção de órgãos internos do organismo humano sem a necessidade de procedimento invasivo. A utilização do efeito Doppler permitiu a sofisticação desses exames.

Na **ultrassonografia com Doppler**, as ondas ultrassônicas emitidas pelo aparelho refletem em estruturas em movimento; por exemplo, as células do sangue. Nessa reflexão, é como se as estruturas em movimento estivessem emitindo o ultrassom. Devido ao

efeito Doppler, ocorre alteração na frequência do ultrassom. O aparelho capta as ondas refletidas, mede sua frequência e, por meio da comparação com a original, calcula a velocidade de movimentação da estrutura.

Por exemplo, a reflexão do ultrassom nos glóbulos vermelhos possibilita avaliar a velocidade do sangue (que não é superior a 0,4 m/s, mesmo na aorta) e, mediante um cálculo feito pelo próprio computador, descobrir o fluxo sanguíneo através do coração ou de uma artéria.

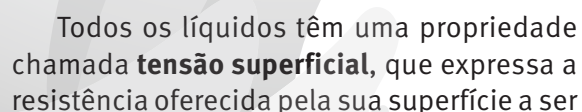
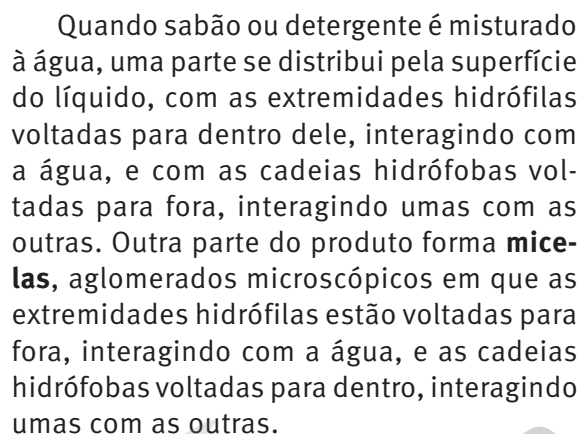
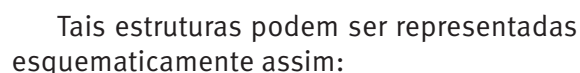
Por meio de ultrassonografia com Doppler, exames pré-natais permitem avaliar as condições cardíacas e vasculares do feto. No caso de adultos, a técnica torna possível verificar o fluxo sanguíneo para o cérebro e o diagnóstico precoce de condições propícias a AVC isquêmico.

Referente ao capítulo 6

Como se formam as bolhas de sabão?

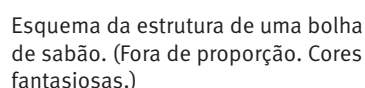
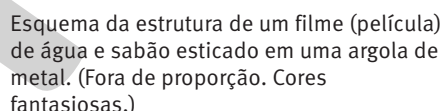
Neste texto é apresentada a estrutura de uma bolha de sabão para que, no próximo, seja explicado como ocorre a iridescência nessas bolhas.

LUSTRAÇÕES DOS AUTORES



A presença de uma camada de moléculas de sabão ou detergente na superfície da água reduz significativamente a tensão superficial. Por isso, diz-se que os **sabões e detergentes são agentes tensoativos** (ou **surfactantes**).

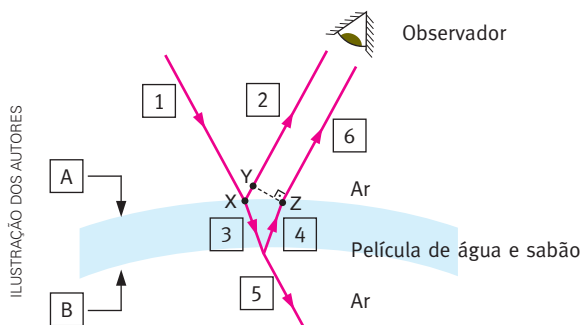
Se assoprarmos delicadamente essa película, cada **bolha de sabão** obtida nada mais é do que uma porção de ar envolta por uma película de água contendo moléculas de sabão tanto na superfície interna como na externa. Se a bolha fosse de água pura, a elevada tensão superficial (elevada atração entre as moléculas das superfícies interna e externa da película) faria a bolha colapsar. A presença do sabão reduz a tensão superficial e estabiliza a bolha.



ILUSTRACÖES DOS AUTORES

Por que as bolhas de sabão são coloridas?

As cores que vemos nas bolhas de sabão podem ser explicadas com o esquema abaixo.



Esquema para explicar a iridescência das bolhas de sabão. (Dimensão da película exagerada para esquematização.)

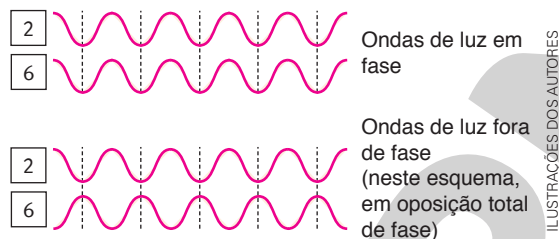
Fonte da ilustração: WALKER, J. S. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 994.

Considere raios de luz paralelos incidentes na bolha de sabão, entre os quais está o raio 1. Cerca de 4% da luz incidente é refletida na superfície externa, [A], e origina raios como 2. Parte da luz incidente atravessa [A], sofrendo refração e originando o raio 3. Na superfície interna da película de água e sabão, [B], cerca de 4% da luz incidente é refletida, originando 4, e boa parte atravessa, sofrendo nova refração e originando 5. Quando a luz refletida em [B] (raio 4) atravessa [A], há nova refração, e o raio emergente está representado por 6.

Assim, a luz incidente em certa região da bolha de sabão origina raios emergentes devido à reflexão em [A] (raio 2) e devido à refração em [A], seguida de reflexão em [B] e de nova refração em [A] (raio 6).

A partir do ponto X, a luz percorre diferentes distâncias para chegar ao ponto Y e ao ponto Z. Dependendo do comprimento de onda da luz (lembre-se de que a luz branca

incidente na bolha tem várias componentes, cada qual com um diferente comprimento de onda) e da distância adicional percorrida de X até Z, em comparação ao trajeto de X até Y, as ondas de luz dos raios 2 e 6 podem estar em fase ou fora de fase*.



Fonte da ilustração: CUTNELL, J. D; JOHNSON, K. W. *Physics*. 9. ed. Hoboken: John Wiley, 2012. p. 837.

Se as ondas de certa componente da luz branca estiverem fora de fase, ocorre **interferência destrutiva**, ou seja, a intensidade resultante é pequena ou completamente nula.

A subtração de uma componente da luz branca faz com que a cor complementar seja vista. Por exemplo, a subtração de vermelho produz ciano, a subtração de azul produz amarelo e a subtração de verde produz magenta. Observe que essas três cores — ciano, amarelo e magenta — são muito comuns nas bolhas de sabão!

O fenômeno em que uma superfície iluminada pela luz branca origina cores em decorrência da interferência destrutiva é denominada **iridescência**. As bolhas de sabão, as películas de óleo mineral sobre o chão molhado, as penas de pavão, as escamas de alguns peixes e as asas de certas borboletas são exemplos de superfícies iridescentes.

* Além disso, existe uma inversão de fase das ondas de luz quando elas refletem em [A]. Essa inversão ocorre sempre que a luz que se propaga em um meio com menor índice de refração sofre reflexão na superfície que o separa de um meio com maior índice de refração. O índice de refração da mistura de água e sabão é maior que o do ar e, por isso, há inversão de fase na reflexão em [A], mas não na reflexão em [B].

Quanto dura um salto?

“Alguns atletas e dançarinos possuem grande habilidade em saltar. Ao pularem diretamente para cima, parecem ‘manter-se no ar’, desafiando a gravidade. Peça a seus colegas para estimarem o ‘tempo de voo’ de alguns grandes saltadores – o tempo durante o qual um saltador está no ar com os pés fora do chão. Eles poderão dizer 2 ou 3 segundos. Mas, surpreendentemente, o tempo de voo dos maiores saltadores é quase sempre menor do que 1 segundo! Um tempo aparentemente maior é uma das muitas ilusões que temos sobre a natureza.

Uma ilusão relacionada é a altura vertical que um homem consegue pular. A maioria de seus colegas [...] provavelmente não consegue saltar mais alto do que 0,5 metro. Eles conseguem saltar por cima de uma cerca de 0,5 metro, mas, ao fazerem isso, seus corpos se elevarão apenas ligeiramente. A altura da barreira é diferente da altura que atinge o ‘centro de gravidade’ de um saltador. Muitas pessoas podem saltar por cima de uma cerca de 1 metro, mas raramente aparece alguém capaz de elevar seu ‘centro de gravidade’ em 1 metro. Mesmo no melhor da forma, estrelas do basquete como Michael Jordan e Kobe Bryant não conseguiriam elevar seu corpo mais de 1,25 m, embora eles pudessem alcançar facilmente uma cesta de altura consideravelmente maior do que 3 m.



Por quantos segundos os pés da jogadora de vôlei permanecem fora do solo durante um pulo? (Na foto, jogo entre Brasil e Canadá, 2014.)

A habilidade de saltar é mais bem medida por meio de um salto vertical. Fique perto de uma parede com os pés plantados no chão e os braços esticados para cima. Faça uma marca na parede no lugar mais alto que sua mão alcança. Em seguida, salte para cima e faça uma marca na parede no lugar mais alto que sua mão alcançar. A distância entre essas duas marcas mede seu salto vertical. Se ele mede mais de 0,6 metro, você é excepcional.

Aqui está a Física. Quando você salta para cima, a força do salto é aplicada apenas enquanto seus pés fazem contato com o chão. Quanto maior a força, maior será a sua velocidade de lançamento e mais alto será o salto. Quando seus pés deixam o chão, sua velocidade para cima começa imediatamente a decrescer a uma taxa constante de g [que vale aproximadamente] 10 m/s^2 . No topo do salto, ela [a velocidade] terá se tornado nula. Então você inicia sua queda, tornando-se mais rápido exatamente na mesma razão, g . Se você aterrizar como decolou, de pé com as pernas estendidas, então o tempo de subida será igual ao de descida; e o tempo de voo é a soma dos dois. Enquanto está no ar, nenhum impulso de perna ou braço ou qualquer outro movimento do corpo pode mudar seu tempo de voo.

A relação entre o tempo de subida ou de descida e a altura vertical atingida é dada por

$$d = \frac{1}{2}gt^2$$

Se conhecemos a altura vertical d , podemos reescrever essa expressão como

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

O recorde mundial de salto vertical diretamente para cima é de 1,25 metro*.

* Para um salto realizado correndo, a velocidade de decolagem pode ser aumentada e o tempo de permanência no ar também, quando o pé bate no solo, antes do salto. [...]

Vamos usar a altura 1,25 metro de seu salto para d , e usar o valor mais preciso de $9,8 \text{ m/s}^2$ para g . Resolvendo para t , que é a metade do tempo de voo, obtemos

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}} = \sqrt{\frac{2(1,25 \text{ m})}{9,8 \text{ m/s}^2}} = 0,50 \text{ s}$$

Multiplicamos isso por dois (porque esse é o tempo de subida, que é igual ao de descida) e vemos que o recorde para o tempo de

voo é 1 segundo (porque o tempo de voo é o tempo gasto na jornada de ida e volta).

Estamos falando aqui de movimento vertical. E sobre saltos realizados correndo? [...] O tempo de voo depende apenas da rapidez vertical do saltador no instante do lançamento. Enquanto estiver no ar, a rapidez do saltador na horizontal permanecerá constante, ao passo que a rapidez vertical estará submetida à aceleração. A física é interessante!”

Fonte do texto e da nota de rodapé: HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. p. 50.

Principais prefixos das potências de 10

Múltiplo	Prefixo	Símbolo
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	quilo	k
10^2	hecto	h
10^1	deca	da

Múltiplo	Prefixo	Símbolo
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f

Fonte: HALLIDAY, D. et al. *Fundamentals of Physics*. 10. ed. Hoboken: John Wiley, 2014. p. 2.

Referente ao capítulo 8

Galileu e a inércia

“O feito de Galileu com sua primeira luneta, logo substituída por uma segunda e melhor, também feita por ele, já seria motivo suficiente para que lhe prestássemos todas as honras. Mas seus trabalhos e ideias continuaram a produzir efeitos importantes mesmo em seu resto de vida sob prisão domiciliar em Arcetri, nos arredores de Florença. Seu estudo dos movimentos da queda dos corpos lançados tanto vertical quanto obliquamente, embora não fossem coisas tão espetaculares quanto as descobertas com a luneta, foram da maior importância e se tornaram fundamentais para o grande passo seguinte no progresso da Ciência.

Muitas vezes se atribui a Galileu o grande mérito de ser o fundador de uma ciência experimental. Há nele um ingrediente científico que vai muito além disso: experimento idealizado,

no sentido lato da palavra. É preciso voltar um pouco às ideias que por muitos séculos haviam permanecido como definitivas e indiscutíveis e com o peso do prestígio do grande pensador da Antiguidade: Aristóteles.

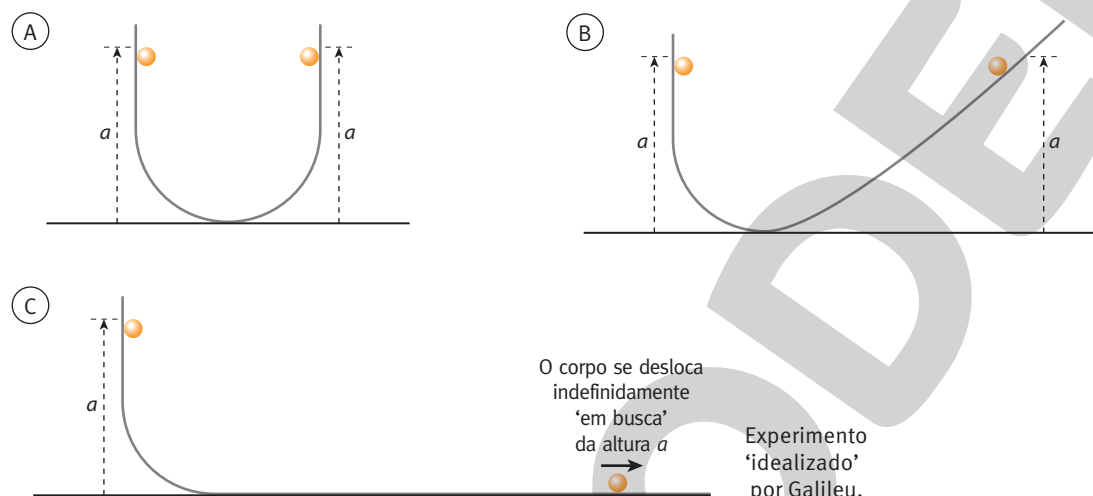
Segundo Aristóteles, os corpos só se movem porque algo faz com que se movam. E é isso que a experiência diária mostra. Galileu ‘descobriu’ uma coisa que não se vê, especialmente na prática diária: o movimento retilíneo e uniforme para sempre, perpétuo. Hoje, isso poderia ser facilmente percebido nas mesas de brinquedo, que vi pela primeira vez numa festa de aniversário de um de meus netos. Mesas cheias de pequenas perfurações por onde o ar comprimido permite que discos deslizem sem atrito. É só imaginar a mesa se estendendo indefinidamente.

O experimento idealizado por Galileu e que o levou à ideia de movimento retilíneo e uniforme para sempre é rusticamente o seguinte: uma bola lisa lançada numa superfície lisa segue durante muito tempo em movimento retilíneo quase uniforme. Só aos poucos ela vai diminuindo sua velocidade. À medida que forem sendo melhoradas as superfícies da bola e da superfície, o movimento da bola vai se aproximando de um movimento retilíneo e uniforme. Nas condições ideais pode-se então ter um movimento perene, sem que algo esteja empurrando ou puxando.

Em outra série de experimentos rústicos, Galileu pôde idealizar algo que seria difícil de ver na prática. Acompanhe o ‘experimento’ de Galileu nas figuras abaixo. Se você solta um corpo na situação da figura (A), você ‘verá’ o corpo deslizar da altura a em que você o soltou e atingir

a mesma altura do outro lado do recipiente. Imagine agora um recipiente que tem formato sugerido na figura (B) e você o solta da mesma altura a . Para atingir a mesma altura a do outro lado do recipiente, o corpo terá que ir mais longe ‘em busca’ da altura a . Se você agora considera o corpo lançado nas mesmas condições anteriores, mas no recipiente da figura (C), a ideia que fica sugerida é de que o corpo se desloque ‘para sempre’ ‘em busca’ da altura a . [...]

Embora Galileu não conhecesse o princípio da conservação da energia, essa ideia do recipiente mostra uma intuição de que o corpo devia buscar a altura de que partiu. (Esse princípio da ‘conservação da energia mecânica’ só apareceria muito depois de Newton). Era o ‘embrião’ do que seria enunciado alguns anos depois por Isaac Newton como princípio da Inércia ou primeiro princípio da Mecânica.”



Fonte do texto e das ilustrações: CANIATO, R. (Re)descobrimos a Astronomia. Campinas: Átomo, 2010. p. 52-54.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Referente ao capítulo 9

Quem gira ao redor de quem?

“Até o século XVI, muitos astrônomos acreditavam que a Terra era o centro do Universo e que o Sol e as estrelas orbitavam ao redor dela. Os estudantes, hoje, têm tendência a rir dessa ideia de antigos cientistas. Isso porque atualmente todos ‘sabem’ que é a Terra que orbita ao redor do Sol. Contudo, se houvesse apenas os dois astros no Universo, o Sol e a Terra, não haveria meio de saber quem gira ao redor de quem.

Para entender como os astrônomos concluíram que é a Terra que gira ao redor do Sol,

pense na seguinte situação. Suponha que você esteja em uma jangada no oceano. Se você não estiver vendo nenhuma porção de terra, será impossível dizer se a jangada está parada ou em movimento. Suponha, agora, que haja duas ilhas à vista, uma próxima à jangada e outra mais afastada, atrás dessa primeira. Se você estiver parado, as duas ilhas permanecerão na mesma posição, uma em relação à outra. No entanto, se você estiver se movendo, a ilha mais próxima parecerá estar mudando de

posição em relação àquela mais distante. Esse movimento aparente de um objeto (a ilha mais próxima) em relação a um referencial distante (a outra ilha), proveniente, na verdade, da movimentação do observador, é denominado *paralaxe*. Ele é ilustrado pelas duas fotografias das colunas de um edifício, nas figuras 1 e 2.

Os astrônomos do passado já dominavam o conceito de paralaxe. E eles estavam certos ao pensar que, se fosse a Terra que se movesse ao redor do Sol, as estrelas mudariam de posição uma em relação à outra (como as ilhas do exemplo anterior). Como tal movimento das estrelas não era observado, eles concluíram

que a Terra deveria permanecer estacionária. Era a única conclusão lógica a partir dos dados disponíveis na época.

O erro não se originou, portanto, de raciocínios incorretos, mas da falta de precisão nas medidas realizadas. O diâmetro da Terra é pequeno se comparado com a distância às estrelas, mesmo as mais próximas. Assim, em seis meses de movimento (figura 3) a mudança de posição de uma estrela em relação a outra é tão pequena que os astrônomos só puderam provar que a Terra está se movendo quando foram construídos telescópios com precisão suficiente para determinar essa paralaxe.”

FOTOS: EDUARDO SANTALIESTRA



Figuras 1 e 2. Essas fotos tiradas das mesmas colunas em posições diferentes permitem ilustrar o conceito de paralaxe. (Parque do Ibirapuera, São Paulo, SP.)

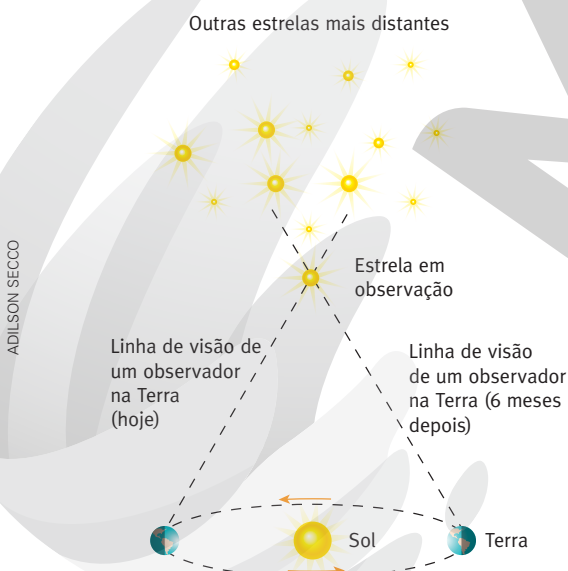


Figura 3. Esquema (fora de proporção) de como uma estrela próxima parece mudar de posição em relação a outras, mais distantes.

Fonte do texto e da ilustração: FAUGHN, J. S. et al. *Physical Science*. 2. ed. Orlando: Saunders, 1995. p. 547-548. (Tradução dos autores.)

Paralaxe anual das estrelas

“Para que você possa entender claramente a ideia de paralaxe, pare por um instante a leitura e faça um pequeno experimento do mesmo lugar em que você está. Estenda seu braço para frente com o polegar em posição de quem quer significar ‘positivo’. Sem mover sua cabeça e sem mover seu braço estendido, olhe para seu polegar alternadamente com cada um de seus olhos. Logo você perceberá um deslocamento aparente de seu polegar em relação à paisagem de fundo. Repita agora todo o procedimento, mas agora mantendo seu polegar bem mais próximo de seus olhos. Você percebeu que aumentou o deslocamento aparente de seu polegar? É esse ângulo que se chama de ‘paralaxe’.



Um dos argumentos sempre usados contra a ideia do heliocentrismo, desde os tempos de Aristarco, era a constância das figuras formadas pelas constelações.

Se a Terra se movesse ao redor do Sol, seu deslocamento deveria provocar a deformação das figuras formadas pelas constelações: com o deslocamento da Terra de um lado para o outro de sua órbita, as estrelas mais próximas mostrariam maior ‘paralaxe’ que as mais distantes. Aristarco já havia argumentado que essa deformação não era visível por estarem as estrelas muito distantes. Ele estava [...] certo.

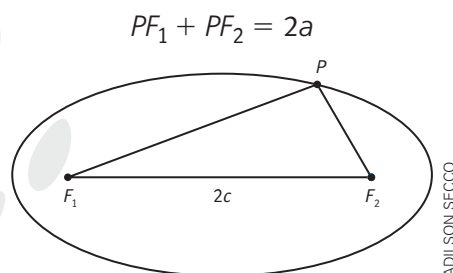
Mesmo Copérnico e todos os defensores do heliocentrismo, quase dois mil anos depois, enfrentavam o mesmo argumento contra as novas ideias: nunca havia sido detectada qualquer deformação das constelações. Só em 1838 se detectou um pequeníssimo deslocamento de algumas estrelas em relação a outras muito mais distantes. Essa verificação foi feita quase que simultaneamente por três astrônomos em três lugares diferentes e para três estrelas diferentes.

O mérito como primeiro foi dado ao astrônomo alemão Frederic W. Bessel (1784-1846) depois de muitos anos de medidas muito acuradas. Os dois outros foram Struve (russo) e Henderson (inglês). O resultado das medidas de Bessel foi um valor de $0,761''$, ou seja menos de 1 segundo de arco. A estrela cuja paralaxe foi medida por Bessel foi a ‘alfa’ do Centauro, aquela mais brilhante das duas que estão sempre perto do Cruzeiro do Sul. Com isso ficava [...] confirmado o movimento da Terra. [...].”

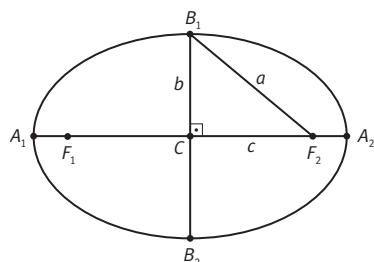
Fonte do texto e da ilustração: CANIATO, R. (Re)descobrimos a Astronomia. Campinas: Átomo, 2010. p. 97-98.

O significado da excentricidade de uma elipse

“Fixados dois pontos, F_1 e F_2 , de um plano α tal que $F_1F_2 = 2c$, com $c > 0$, chama-se **elipse** o conjunto dos pontos P do plano α cuja soma das distâncias PF_1 e PF_2 é uma constante $2a$, com $2a > 2c$.



- Os pontos F_1 e F_2 são os **focos** da elipse.
- A medida $2c$ é a **distância focal** (distância entre focos), sendo c a semidistância focal.
- Qualquer segmento de reta cujos extremos são pontos da elipse é chamado de **corda** da elipse.
- A corda $\overline{A_1A_2}$, que passa pelos focos F_1 e F_2 , é chamada de **eixo maior** da elipse e sua medida é $2a$.
- O ponto médio C do eixo maior $\overline{A_1A_2}$, que também é ponto médio do segmento $\overline{F_1F_2}$, é chamado de **centro** da elipse, sendo $\overline{A_1C}$ e $\overline{A_2C}$ os **semieixos maiores**.
- A corda $\overline{B_1B_2}$, que passa por C e é perpendicular ao eixo maior, é o **eixo menor** da elipse, sendo os segmentos $\overline{B_1C}$ e $\overline{B_2C}$ os **semieixos menores**. Esses semieixos têm medidas iguais, que serão indicadas por b , isto é, $B_1C = B_2C = b$.

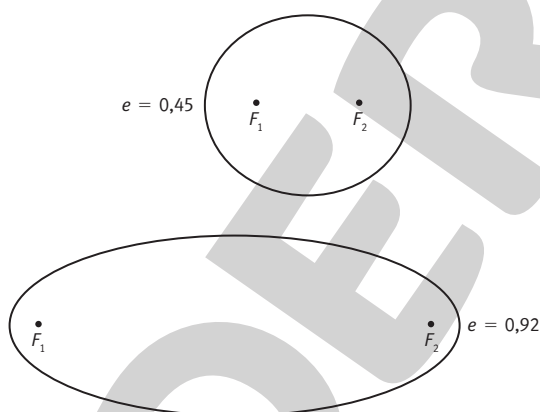


$$\begin{aligned} A_1A_2 &= 2a \\ B_1B_2 &= 2b \\ F_1F_2 &= 2c \\ B_1F_1 &= B_1F_2 = a \end{aligned}$$

- Pelo teorema de Pitágoras, temos do triângulo B_1CF_2 : $a^2 = b^2 + c^2$

- O número $e = \frac{c}{a}$ é chamado de **excentricidade** da elipse. Observando que esse número é o cosseno do ângulo agudo $B_1\hat{F}_2C$, temos $0 < e < 1$.

Nota: A **excentricidade** é um número que mostra quanto os pontos da elipse estão próximos de uma circunferência ou de um segmento de reta. Fixada a medida $2a$ do eixo maior, temos: quanto mais próximos estiverem os focos, mais próximos de uma circunferência estarão os pontos da elipse, e quanto mais distantes estiverem os focos, mais próximos de um segmento de reta estarão os pontos da elipse. Observe:



Assim, quanto mais próximo de zero estiver o número $e = \frac{c}{a}$, mais próximos de uma circunferência estarão os pontos da elipse, e quanto mais próximo de 1 estiver o número e , mais próximos de um segmento de reta estarão os pontos da elipse."

Fonte: PAIVA, M. R. *Matemática*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010. v. 3. p. 191-193.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

A excentricidade das órbitas dos planetas

Pelo texto anterior vimos que o alongamento de uma elipse varia com a excentricidade dessa elipse. A tabela ao lado apresenta a excentricidade das órbitas dos planetas do Sistema Solar. Por ela, pode-se perceber que as órbitas que mais se aproximam da circunferência (as que têm menores excentricidades) são as de Vênus, de Netuno e da Terra. E a mais alongada, que mais se afasta, portanto, da forma de uma circunferência, é a de Mercúrio.

Fonte da tabela: Elaborada a partir de ZEILIK, M. *Astronomy: the evolving universe*. 9. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. p. 489.

Excentricidades das órbitas dos planetas do Sistema Solar

Planeta	Excentricidade da órbita
Mercúrio	0,206
Vênus	0,007
Terra	0,017
Marte	0,093
Júpiter	0,048
Saturno	0,054
Urano	0,047
Netuno	0,009

A reforma gregoriana do calendário

O calendário que usamos atualmente deriva do **calendário juliano**, estabelecido em 46 d.C. no reinado do imperador romano Júlio César. Por esse calendário, acrescentava-se 1 dia a cada 4 anos, sem exceção, como uma correção para o fato de um ano das estações (intervalo de tempo de um equinócio de primavera ao próximo equinócio de primavera) durar 365 dias e 6 horas. Nos anos com 366 dias, os anos bissextos, o dia adicional é uma correção para o acúmulo das 6 horas adicionais (4 vezes 6 horas = 24 horas).

Contudo, o ano das estações é, de fato, ligeiramente inferior a 365 dias e 6 horas. Na verdade, ele dura 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46 segundos.

Ao longo de séculos, desde o estabelecimento do calendário juliano, esses 11 minutos e 14 segundos foram se acumulando e defasando

o dia de ocorrência do equinócio de primavera em relação à época de sua ocorrência quando o calendário juliano foi estabelecido.

Na década de 1570, o papa Gregório XIII encarregou uma comissão de avaliar o problema e de buscar a solução. Em 1582, com base nos trabalhos dessa comissão, foi assinado um decreto papal que suprimiu 10 dias do mês de outubro daquele ano a fim de efetuar a correção. Além disso, o novo calendário, que ficou conhecido como **calendário gregoriano**, contém um interessante método para corrigir os acúmulos de 11 minutos e 14 segundos: os anos múltiplos de 100 e não múltiplos de 400 deixam de ser considerados bissextos.

O calendário que usamos atualmente em nossa sociedade é o gregoriano.

Qual é a origem da designação bissexto?

“A razão da designação *bissexto* está associada às credences relativas às influências dos números pares e ímpares. Para adicionar o dia suplementar, (o imperador romano) Júlio César escolheu o mês de fevereiro, que, além de ser o mais curto, com 28 dias, era o último mês do ano entre os romanos, que o consideravam um *mês nefasto*. Para não chocar os seus concidadãos supersticiosos, em lugar de atribuir ao mês de fevereiro 29 dias, de quatro em quatro anos, como fazemos atualmente, Júlio César adotou um sistema complicado: duplicou o vigésimo

quarto dia de fevereiro, que recebia na época o nome *sextus (ante) calendas martias*, ou seja, o sexto que antecedia o início do mês de março. Deste modo, o dia suplementar foi batizado sob a forma latina: *bis-sextus (ante) calendas martias*, que deu origem à atual designação de dia *bissexto*, o qual foi também [...] aplicado à designação do *ano* que possui um dia suplementar.”

Fonte: MOURÃO, R. R. F. *Dicionário enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995. p. 38-39.

Referente ao capítulo 10

Por que os gatos siameses têm pelos escuros apenas nas extremidades do corpo?

A cor da pelagem de gatos siameses (fenótipo) ilustra a influência do ambiente. Nesses gatos, os genes condicionam pelo claro, mas baixas temperaturas (fator ambiental) desencadeiam o nascimento de pelos escuros. O gato da foto tem pelo escuro no focinho, nas orelhas e nas extremidades da cauda e das patas porque nessas áreas a temperatura é um pouco mais baixa que no resto do corpo.

A **tirosina** é um aminoácido precursor de várias substâncias biológicas. No nosso organismo e no de outros animais, a tirosina origina,



Gato siamês.

VASILY KOVAL/SHUTTERSTOCK

entre outras substâncias, a **melanina***, polímero insolúvel e de alta massa molecular, responsável pela cor da pele e dos pelos.

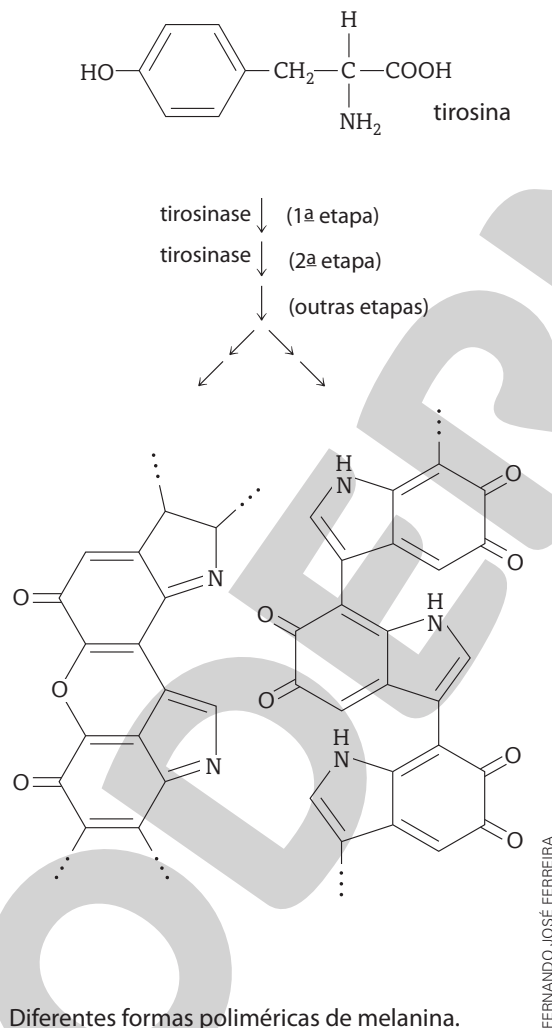
Grânulos de melanina, sintetizados por células denominadas melanócitos, têm cor que pode variar do amarelo ao preto, passando por diferentes tons de castanho. O **bronzamento** consiste na intensificação da produção de melanina pela exposição a certas porções do espectro ultravioleta. As **sardas** são locais em que a concentração de grânulos de melanina na pele é maior. No **vitiligo**, há despigmentação em determinados locais da pele por desaparecimento dos melanócitos.

A síntese da melanina ocorre por uma sequência de etapas, das quais as duas primeiras são catalisadas pela enzima **tirosinase**. A tirosina é convertida em diferentes intermediários, conduzindo finalmente a polímeros genericamente denominados melaninas (eumelaninas, feomelaninas), com diferentes estruturas.

Indivíduos **albinos**, por razões genéticas, não produzem a enzima tirosinase e, em função disso, não sintetizam melanina. Por isso, têm a pele e os cabelos desprovidos da pigmentação característica da melanina.

O que ocorre nos gatos siameses é que a tirosinase atua eficazmente em temperaturas abaixo de certo valor. Com efeito, na temperatura do tronco desses animais, ela não age tão intensamente na formação de melanina. Porém, no focinho, nas orelhas, na cauda e nas extremidades das patas, regiões em que a temperatura é um pouco inferior à do resto do

corpo, a enzima atua eficazmente e os pelos aí produzidos contêm grande concentração de grânulos de melanina. É por isso que os gatos siameses têm pelo mais escuro nessas partes do corpo.



* Não confunda com **melamina** (substância de fórmula $C_3H_6N_6$, utilizada na produção de resinas sintéticas) nem com **melatonina** (hormônio produzido pela glândula pineal).

Os genes e o câncer

Uma multiplicação celular anormal forma um aglomerado de células conhecido como **tumor**. Nem todo tumor é considerado câncer.

Os tumores podem ser classificados em dois grupos, os **benignos** e os **malignos**.

Um tumor é considerado benigno quando suas células permanecem no local em que são formadas e não invadem os tecidos vizinhos

nem se espalham para outros locais. Tumores benignos podem oferecer risco se, ao crescerem, pressionarem os tecidos vizinhos a ponto de afetar seu funcionamento normal. Por essa razão, e também porque alguns deles podem eventualmente transformar-se em tumores malignos, os tumores benignos devem ser removidos cirurgicamente.

Um tumor maligno, aquele cujas células podem invadir outros tecidos, é considerado câncer. Suas células podem desprender-se e espalhar-se por tecidos vizinhos. Por meio da circulação, podem também chegar a regiões distantes do corpo. Cada uma dessas células espalhadas funciona como uma “semente” de câncer e, uma vez instalada em outro local, continua sofrendo divisões descontroladas e origina um novo foco canceroso. O espalhamento do câncer para outras regiões do corpo é denominado **metástase**.

O que provoca o câncer?

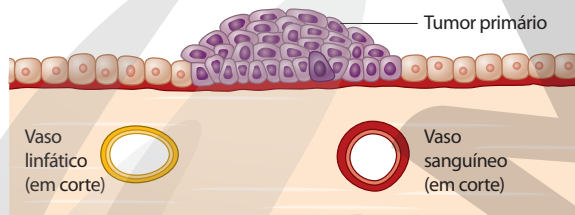
Pelo que se sabe atualmente, o câncer se deve a alterações em genes envolvidos no controle das divisões celulares. Os cientistas ainda não compreendem todas as causas dessas alterações, mas algumas delas já são conhecidas.

Há certos vírus que, invadindo as células, incluem no genótipo humano genes que podem descontrolar a multiplicação celular. Entre esses vírus estão alguns tipos de papilomavírus (HPV, do inglês *human papilloma virus*), que é transmitido sexualmente e está associado a casos de câncer de colo de útero e de pênis, e o HHV8, associado à ocorrência de sarcoma de Kaposi, tipo de câncer frequente em pacientes com aids.

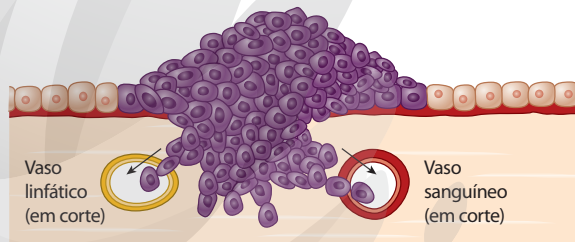
Algumas substâncias químicas também podem desencadear câncer, pois provocam mutações nos genes que controlam as divisões celulares.



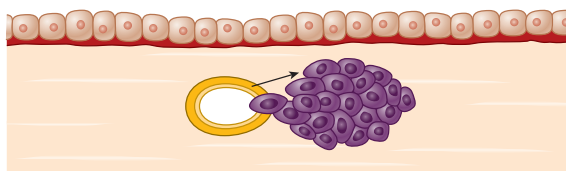
Mutações ocorrem e uma célula (representada em lilás) é a primeira do foco tumoral.



Câncer *in situ*, o tumor em seu local de origem. Uma célula (representada em roxo) sofre mutações adicionais.



Câncer invasivo. As células cancerosas têm agora a potencialidade de invadir vasos linfáticos e sanguíneos e se espalhar pelo corpo.



Novo tumor metastático se estabelece a determinada distância do tumor primário, resultado da metástase.

Ilustração esquemática e fora de proporção da progressão do câncer. O desenvolvimento do câncer envolve uma série de mutações que conduzem inicialmente a um tumor localizado e posteriormente a tumores metastáticos.

Fonte da ilustração: MADER, S. S.; WINDELSPECHT, M. *Essentials of Biology*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018. p. 136.

Exemplos dessas substâncias cancerígenas são encontrados no alcatrão do cigarro, no vapor da gasolina, no alcatrão do carvão e no ar de cidades poluídas.

Por que o câncer pode matar?

Muitas vezes não é o câncer original que mata, mas sim outro ou outros focos cancerosos resultantes da metástase. As células cancerosas têm uma atividade muito intensa e precisam de grande quantidade de nutrientes. Por causa dessa avidez por nutrientes, elas prejudicam as células vizinhas, que se enfraquecem e podem até morrer. Além disso, um tumor pode pressionar vasos sanguíneos importantes ou nervos vitais para o funcionamento do cérebro e de outros órgãos, conduzindo à morte do doente.

Enquanto o câncer está em estágio inicial, pode ser removido por cirurgia e deixar de oferecer risco. Contudo, iniciada a metástase, algumas células cancerosas estão fora do alcance do bisturi do cirurgião. Nesse caso, é empregada a **quimioterapia**, uso de medicamentos especiais que matam células que se dividem muito rapidamente, e a **radioterapia**, uso controlado de radiação para matar células cancerosas sem afetar (ou afetando relativamente pouco) células normais.

Os cientistas têm conseguido grandes avanços na compreensão do câncer e em seu tratamento, mas a cura para todos os tipos ainda não foi encontrada.

Em muitos casos, porém, o diagnóstico precoce permite uma eficiência total, ou quase total, na eliminação do tumor e na completa recuperação do paciente.

Pesquisas indicam a correlação entre certos hábitos e a incidência de câncer. Entre eles, podemos citar o fumo, o consumo de álcool, a ingestão de grande quantidade de alimentos gordurosos, a ausência de frutas e

verduras na dieta e a exposição exagerada ao sol ou a altas doses de raios X.

Além de evitar esses hábitos, uma providência importante na prevenção do câncer é o acompanhamento médico regular. Mulheres adultas, por exemplo, devem consultar o

ginecologista anualmente para realizar o exame papanicolau, que diagnostica precocemente o câncer de colo do útero, e os homens, o urologista, principalmente após os 40 anos, para examinar a próstata, glândula bastante sujeita a tumores (benignos e malignos).

Genética médica

“A **Genética médica** é um ramo da medicina relacionado com as doenças que têm origem genética. Fatores genéticos incluem anormalidades no número ou na estrutura de cromossomos e genes mutantes. Doenças genéticas constituem um grupo diverso de patologias, incluindo malformações de células sanguíneas (anemia falciforme), doenças de coagulação sanguínea (hemofilia) e retardo mental (síndrome de Down).

Anormalidades cromossômicas ocorrem em aproximadamente 0,6% das crianças nascidas vivas. A maioria (70%) é leve, não causando nenhum problema, e geralmente não é detectada. Alterações estruturais no DNA que passam dos pais para os seus descendentes por meio de células do sexo são chamadas **mutações**. Mutações ocorrem naturalmente ou são induzidas ambientalmente por substâncias químicas ou radiações. As mutações naturais não são bem entendidas. Aproximadamente 12% de todas as malformações congênitas são causadas por mutações e

provavelmente ocorrem por uma interação de fatores genéticos e ambientais. Muitos desses problemas podem ser previstos conhecendo a genealogia genética prospectiva dos pais e podem ser evitados mediante aconselhamento genético. **Teratologia** é a ciência relacionada com os defeitos do desenvolvimento e o diagnóstico, o tratamento e a prevenção de malformações.

Problemas genéticos são causados, ocasionalmente, por número menor ou maior de cromossomos. A ausência de um cromossomo inteiro é chamada **monossomia**. Embriões com monossomia em geral morrem. As pessoas com a **síndrome de Turner** têm apenas um cromossomo X e apresentam uma chance melhor de sobrevivência do que aquelas que perdem um dos outros cromossomos. **Trissomia** é uma situação genética na qual um cromossomo extra está presente e frequentemente ocorre mais que a monossomia. A mais conhecida entre as trissomias é a **síndrome de Down**.”

Fonte: VAN DE GRAAFF, K. M. *Anatomia Humana*. 6. ed. Barueri: Manole, 2003. p. 72-73.

Genética e a sociedade

“[...] Hoje em dia, a genética envolve todos os aspectos da vida moderna, acarretando rápidas mudanças em medicina, agricultura, direito, indústria farmacêutica e biotecnologia. Os médicos agora usam centenas de testes genéticos para diagnosticar e prever o curso de uma doença, bem como para detectar defeitos genéticos intrauterinamente. Os métodos com base no DNA permitem aos cientistas traçar a rota de evolução seguida por muitas espécies, inclusive a nossa. Os fazendeiros e agricultores desenvolvem o cultivo de

plantas resistentes às doenças e à seca e criam animais domésticos mais produtivos, originados por meio de técnicas de transferência gênica. Os métodos de obtenção do perfil do DNA aplicam-se aos testes de paternidade e às investigações criminais. As biotecnologias resultantes das pesquisas genômicas exercem efeitos dramáticos sobre a indústria em geral. Enquanto isso, a própria indústria biotecnológica gera mais de 700.000 empregos e uma receita de US\$ 50 bilhões anuais, duplicando seu tamanho a cada década.

Juntamente com essas tecnologias genéticas que rapidamente se modificam, sobrevêm uma série de dilemas éticos. Quem possui e controla as informações genéticas? As plantas e os animais domésticos submetidos a melhoramento genético são seguros para os humanos e seu ambiente? Temos o direito de patentear organismos e tirar proveito de sua comercialização? Como podemos assegurar-nos de que as

tecnologias genômicas serão acessíveis a todos [...]”? Quais são as prováveis consequências sociais das novas tecnologias reprodutivas? É uma época em que todos precisam conhecer a genética, a fim de tomar decisões pessoais e coletivas complexas.
[...]

Fonte: KLUG, W. et al. *Conceitos de Genética*. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 15.

Os organismos submetidos à Engenharia Genética sintetizam um largo espectro de produtos biológicos e farmacêuticos

“A aplicação mais bem-sucedida e generalizada da tecnologia do DNA recombinante foi na produção de proteínas recombinantes para produtos **biofarmacêuticos** – produtos farmacêuticos produzidos por biotecnologia –, particularmente proteínas terapêuticas para tratar doenças. Antes da era do DNA recombinante, as proteínas biofarmacêuticas, tais como a insulina, fatores de coagulação e hormônios de crescimento, eram purificadas de tecidos como pâncreas, sanguíneo e da glândula hipófise. É claro que essas fontes tinham suprimento limitado e

que os processos de purificação eram caros. Além disso, os derivados dessas fontes naturais podiam estar contaminados por agentes de doenças, como vírus. Agora que genes humanos que codificam importantes proteínas terapêuticas podem ser clonados e expressos em tipos celulares não humanos, temos fontes mais abundantes, seguras e baratas de biofármacos. [...]

[...] A tabela fornece uma breve lista dos produtos recombinantes de importância atualmente sintetizados em bactérias transgênicas, em plantas, em levedura e em animais.”

Alguns produtos farmacêuticos geneticamente modificados já disponíveis ou em desenvolvimento

Produto gênico	Condição tratada	Tipo de hospedeiro
Eritropoetina	Anemia	<i>E. coli</i> , culturas de células de mamíferos
Interferons	Esclerose múltipla, câncer	<i>E. coli</i> , culturas de células de mamíferos
Ativador do plasminogênio tissular (tPA)	Ataque cardíaco, acidente vascular cerebral	Culturas de células de mamíferos
Hormônio de crescimento humano	Nanismo	Culturas de células de mamíferos
Anticorpos monoclonais contra o fator de crescimento do endotélio vascular (VEGF)	Cânceres	Culturas de células de mamíferos
Fator VIII da coagulação humano	Hemofilia A	Ovelhas e porcos transgênicos
Inibidor de C1	Angioedema hereditário	Coelhos transgênicos
Antitrombina humana recombinante	Deficiência hereditária de antitrombina	Cabras transgênicas
Vacina da proteína de superfície da hepatite B	Infecções por hepatite B	Culturas de células de levedura, bananas
Imunoglobulina IgG1 contra o HSV-2	Infecções por herpesvírus	Glicoproteína B de soja transgênica

Produto gênico	Condição tratada	Tipo de hospedeiro
Anticorpos monoclonais recombinantes	Imunização passiva contra raiva (também para diagnóstico de raiva), câncer, artrite reumatoide	Tabaco e soja transgênicos, culturas de células de mamíferos
Proteína do capsídeo do vírus Norwalk	Infecções pelo vírus Norwalk	Batata (vacina comestível)
Enterotoxina termolábil de <i>E. coli</i>	Infecções por <i>E. coli</i>	Batata (vacina comestível)

Fonte do texto e da tabela: KLUG, W. et al. *Conceitos de Genética*. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 634-635.

Referente ao capítulo 11

Darwin e o *Beagle*

“Nascido em Shropshire, Inglaterra, a 12 de fevereiro de 1809, Charles Darwin era o quinto dos seis filhos de um médico abastado. Contudo, foram os cinco anos de viagem e exploração a bordo do HMS Beagle que determinaram sua futura carreira e, com isso, nosso entendimento sobre o mundo natural.

Os primeiros anos da vida de Darwin não foram o que se esperaria de um ‘herói’ da ciência. Em criança, não demonstrava interesse por nenhum assunto em particular, não se destacava na escola nem tinha ideias definidas sobre o que gostaria de ser em sua vida adulta. História natural, cavalgadas e tiro ao alvo foram as principais paixões de sua juventude. Sua primeira escolha de uma carreira, o curso de medicina em Edimburgo, fracassou e ele voltou para casa, ao encontro de um pai decepcionado. Entretanto, em Edimburgo conheceu o naturalista em ascensão Robert Grant, que o apresentou às ideias evolucionistas de Lamarck e também aos estudos sobre invertebrados marinhos, que seriam uma de suas paixões para o resto da vida (culminando, em 1842, com a publicação do livro *Estrutura e Distribuição dos Recifes de Corais*).

Cambridge e os besouros

Após o fracasso da medicina, Darwin escolheu a carreira comum a muitos dos jovens ingleses bem-nascidos, no começo do século XIX: a Universidade de Cambridge, seguida por uma confortável vida rural, como clérigo da Igreja da Inglaterra. Em Cambridge, Darwin, como muitos dos seus colegas, era famoso por se divertir e gastar mais do que sua mesada permitia. Mas também era conhecido por desaparecer em longas expedições pelos campos, para coletar

besouros. História natural era um assunto que ele encarava com seriedade e foi incentivado em seus estudos pelo professor de Botânica, o Reverendo John Henslow – relacionamento que, mais tarde, seria valioso. Apesar de o curso formal da Universidade consistir no estudo dos clássicos, da teologia e da matemática, Darwin fazia questão de assistir às palestras de Henslow e de participar de suas ‘viagens de campo’, e logo ficou conhecido como ‘o homem que anda com Henslow’. Enquanto isso, a leitura do relato das viagens de Alexander von Humboldt pela América do Sul deixou-o fascinado com a riqueza e diversidade, principalmente na região dos trópicos, da natureza daquele continente tão pouco explorado.

A viagem do *Beagle*

Em 1831, a grande oportunidade da vida de Darwin veio ao seu encontro quando Henslow o recomendou ao Capitão Robert Fitzroy, do *HMS Beagle*. Fitzroy já tinha ido à América do Sul anteriormente e estava para voltar, para completar o levantamento topográfico da costa. Como fazia parte da elite da comunidade científica da época, Henslow tinha ouvido que Fitzroy, jovem aristocrata e oficial da marinha muito competente, estava procurando por um companheiro de viagem [...], que se interessasse por geologia e história natural.

Apesar das objeções de seu pai, seu tio, Josiah Wedgwood [...], interveio a seu favor. Darwin foi entrevistado por Fitzroy que, a despeito de algumas dúvidas iniciais, decidiu levá-lo consigo. Darwin teve pouco tempo para se preparar para este novo papel como geólogo e naturalista, mas seus conhecidos em Cambridge providenciaram um curso intensivo em geologia, cortesia do Reverendo Adam Sedgwick, professor [...] da cadeira de geologia da Universidade. E assim, munido de martelo, pistolas e muitos outros materiais de coleta, uma pequena biblioteca que incluía o recém-publicado primeiro volume do *Princípios da Geologia*, de Charles Lyell (trabalho que apresentava [...] evidências da antiguidade da Terra e sustentava que ‘o presente é a chave do passado’), Darwin zarpou no dia 27 de dezembro de 1831, para uma viagem da qual só retornaria em 2 de outubro de 1836.

A essa altura, a ambição de Darwin era deixar sua marca como geólogo e naturalista, e em carta para Henslow disse que ‘a geologia e os invertebrados serão meu principal foco durante toda a viagem’. Mas, logo no início descobriu, para sua enorme frustração, que Humbolt e outros naturalistas que o haviam precedido já tinham, aparentemente, ‘descoberto tudo’. Mesmo assim, continuou suas coletas e, sempre que possível, enviava grande número de espécimes para Henslow, em Cambridge. Quando, por fim, recebeu a entusiástica resposta de Henslow sobre a novidade de algumas das espécies, começou a sentir-se mais confiante sobre construir uma carreira dedicada à história natural, ao invés de (como um amigo e

colega comentou) ‘me tornar um caipira numa paróquia rural e mostrar às pessoas um caminho que desconheço – o do Paraíso’.

Apesar da importância atribuída à expedição do *Beagle* na trajetória intelectual de Darwin, muito do que ele viu e coletou só foi assimilado mais tarde. Por exemplo, a importância potencial da variedade de espécies encontradas nas diversas ilhas do arquipélago de Galápagos não se tornou evidente para ele senão quando lhe foi apontada pelo ornitólogo John Gould, após a viagem. Outros fenômenos, como vulcões em atividade e abalos sísmicos, causaram impressão bem mais imediata no jovem e inexperiente geólogo-naturalista em formação.

Havia, também, o problema constante de identificar a imensa quantidade de rochas, fósseis e organismos vivos coletados com os poucos recursos de que dispunha, mas a essa altura Darwin já havia sido completamente ‘fiscado’ por aquele universo maravilhoso.

Aos poucos, começou a questionar as verdades da época – viagem intelectual revelada nos diários e cadernos de anotações que passou a manter desde 1836. Os cadernos sobre as espécies começaram em 1837 e levaram à publicação de seu livro, *A Origem das Espécies*, em 1859. Já as anotações sobre humanos começaram em 1838, mas tiveram um período de gestação mais longo, até a publicação de *A Origem do Homem e a Seleção Sexual*, em 1871.”

Fonte: PALMER, D. *Evolução: a história da vida*. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009. p. 18-19.

Evidências da evolução

Algumas das evidências mais diretas e impressionantes da evolução provêm da Paleontologia.

A interpretação das evidências fósseis permitiu o estabelecimento das linhas gerais da evolução da vida na Terra.

Mas há outras evidências da ocorrência da evolução. Algumas delas provêm do estudo da estrutura de seres vivos que são relativamente

próximos, do ponto de vista evolutivo. Ao comparar, por exemplo, o membro anterior de alguns mamíferos, podemos notar grande semelhança no número de ossos e na disposição deles no membro (figura 1). Isso evidencia que todos derivam de um ancestral comum.

Outra impressionante evidência da evolução está na comparação do desenvolvimento embrionário de animais evolutivamente

próximos (figura 2). Por exemplo, embriões de peixes, salamandras, tartarugas, galinhas, porcos, vacas, coelhos e seres humanos – todos vertebrados – são muito similares em seus estágios iniciais; as diferenças tornam-se mais perceptíveis em estágios posteriores. A explicação relaciona-se ao fato de o estágio inicial do desenvolvimento embrionário ser o período em que as características mais fundamentais dos organismos são delineadas. E essas características foram herdadas de um ancestral comum, daí a semelhança.

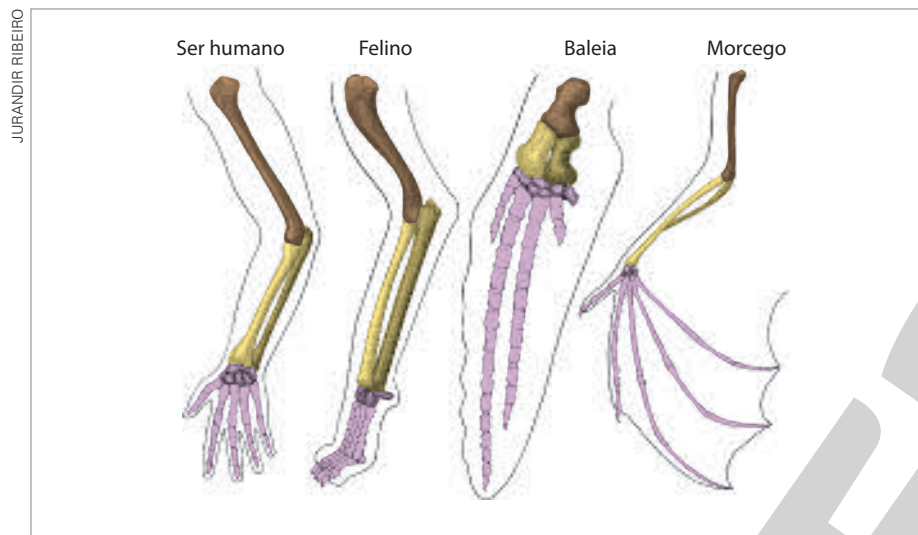


Figura 1. Semelhanças na estrutura óssea do membro anterior de alguns mamíferos são evidências de um ancestral comum. Os membros foram desenhados em tamanhos aproximadamente iguais para permitir comparação. As cores foram usadas para ressaltar a relação entre os grupos de ossos nos membros desses diferentes mamíferos. (Representação esquemática fora de proporção.)

Fonte da figura: RAVEN, P. H. et al. *Biology*. 11. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2017. p. 432.

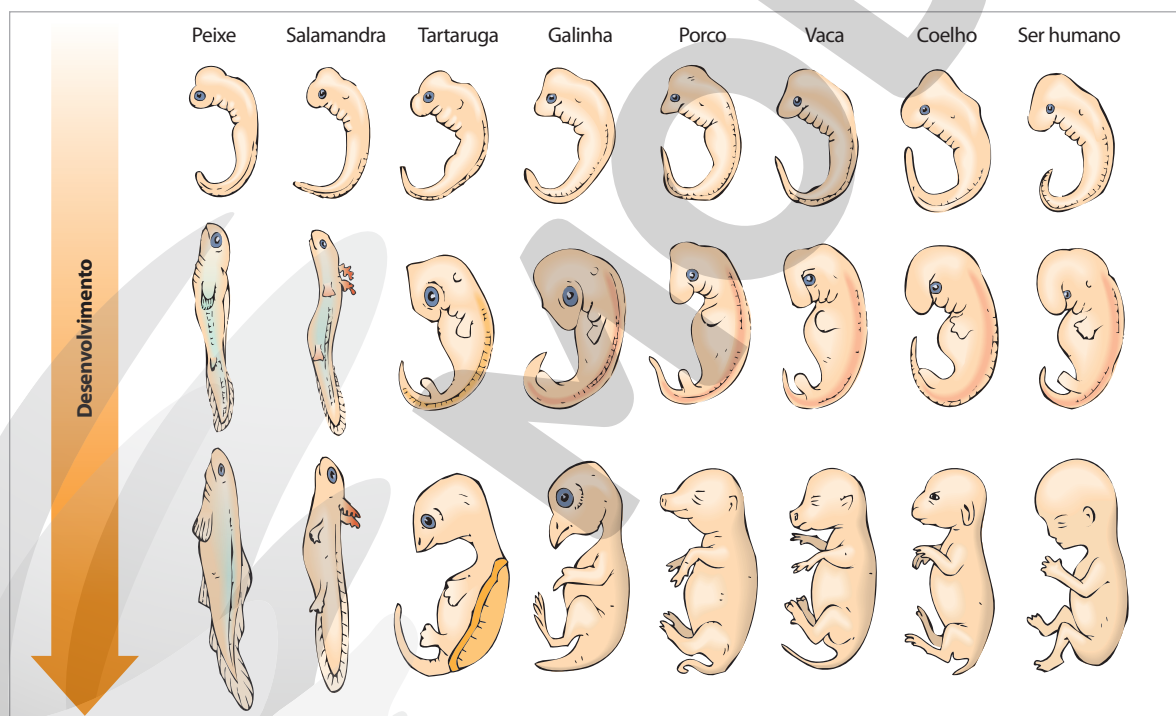


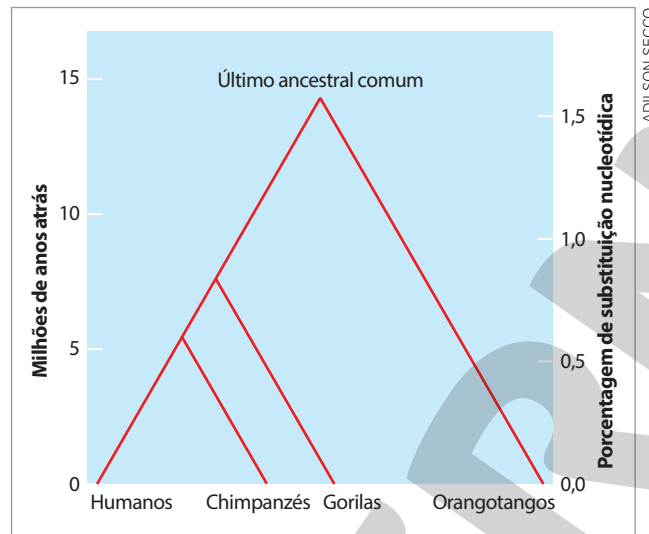
Figura 2. Semelhanças nos estágios iniciais do desenvolvimento embrionário indicam a descendência de um ancestral comum. Os embriões foram desenhados aproximadamente no mesmo tamanho para facilitar a comparação, mas, na realidade, têm tamanhos diferentes.

Fonte da figura: MAYR, E. *O que é evolução*. Rio de Janeiro: Rocco, 2009. p. 50.

Evidências da evolução da vida também decorrem de estudos do material genético. Espécies evolutivamente muito próximas, como o ser humano e o chimpanzé, por exemplo, apresentam considerável semelhança entre as sequências de nucleotídeos que formam seu DNA. Espécies evolutivamente mais distantes têm menor quantidade de sequências nucleotídicas em comum (figura 3).

Figura 3. Árvore filogenética mostrando a correlação entre humanos e os grandes macacos com base nos dados de sequência nucleotídica. Como indicado, estima-se que a diferença entre as sequências dos genomas das quatro espécies e a sequência genômica de um último ancestral comum seja de pouco mais de 1,5%. Como as alterações ocorrem independentemente nas duas linhagens divergentes, comparações entre os pares revelam o dobro da divergência de sequência do último ancestral comum. Por exemplo, comparações humanos-orangotangos normalmente apresentam divergências de sequência de pouco mais de 3%, enquanto humanos-chimpanzés mostram divergências de aproximadamente 1,2%.

Fonte do diagrama: ALBERTS, B. et al. *Molecular Biology of the cell*. 6. ed. Nova York: Garland Science, 2015. p. 219.



Referente ao capítulo 12

O que são as unidades de conservação?

“As unidades de conservação (UC) são espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, *habitats* e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente.

As UC asseguram às populações tradicionais o uso sustentável dos recursos naturais de forma racional e ainda propiciam às comunidades do entorno o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis. Essas áreas estão sujeitas a normas e regras especiais. São legalmente criadas pelos governos federal, estaduais e municipais após a realização de estudos técnicos dos espaços propostos e, quando necessário, consulta à população.

As UC dividem-se em dois grupos:

Unidades de proteção integral: a proteção da natureza é o principal objetivo dessas unidades, por isso as regras e normas são mais restritivas. Nesse grupo é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, ou seja,

aquele que não envolve consumo, coleta ou dano aos recursos naturais. Exemplos de atividades de uso indireto dos recursos naturais são: recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental, entre outros.

As categorias de proteção integral são: estação ecológica, reserva biológica, parque nacional, monumento natural e refúgio de vida silvestre.

Unidades de uso sustentável: são áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Nesse grupo, atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais são permitidas, mas desde que praticadas de uma forma que a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos esteja assegurada.

As categorias de uso sustentável são: área de relevante interesse ecológico, floresta nacional, reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável, reserva extrativista, área de proteção ambiental (APA) e reserva particular do patrimônio natural (RPPN).

Categorias

Unidades de Proteção Integral

1. **Estação ecológica:** área destinada à preservação da natureza e à realização de pesquisas científicas, podendo ser visitada apenas com o objetivo educacional.
2. **Reserva biológica:** área destinada à preservação da diversidade biológica, na qual as únicas interferências diretas permitidas são realização de medidas de recuperação de ecossistemas alterados e ações de manejo para recuperar o equilíbrio natural e preservar a diversidade biológica, podendo ser visitada apenas com o objetivo educacional.
3. **Parque nacional:** área destinada à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica. O parque é a categoria que possibilita uma maior interação entre o visitante e a natureza, pois permite o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além de permitir a realização de pesquisas científicas.
4. **Monumento natural:** área destinada à preservação de lugares singulares, raros e de grande beleza cênica, permitindo diversas atividades de visitação. Essa categoria de UC pode ser constituída de áreas particulares, desde que as atividades realizadas nessas áreas sejam compatíveis com os objetivos da UC.
5. **Refúgio da vida silvestre:** área destinada à proteção de ambientes naturais, na qual se objetiva assegurar condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna. Permite diversas atividades de visitação e a existência de áreas particulares, assim como o monumento natural.

Unidades de Uso Sustentável

1. **Área de proteção ambiental:** área dotada de atributos naturais, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Geralmente, é uma área extensa, com o objetivo de proteger a diversidade biológica, ordenar o processo de ocupação humana e assegurar a sustentabilidade

do uso dos recursos naturais. É constituída por terras públicas e privadas.

2. **Área de relevante interesse ecológico:** área com o objetivo de preservar os ecossistemas naturais de importância regional ou local. Geralmente, é uma área de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana e com características naturais singulares. É constituída por terras públicas e privadas.
3. **Floresta nacional:** área com cobertura florestal onde predominam espécies nativas, visando ao uso sustentável e diversificado dos recursos florestais e à pesquisa científica. É admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam desde sua criação.
4. **Reserva extrativista:** área natural utilizada por populações extrativistas tradicionais onde exercem suas atividades baseadas no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais existentes e a proteção dos meios de vida e da cultura dessas populações. Permite visitação pública e pesquisa científica.
5. **Reserva de fauna:** área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, adequada para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
6. **Reserva de desenvolvimento sustentável:** área natural onde vivem populações tradicionais que se baseiam em sistemas sustentáveis de exploração de recursos naturais desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais. Permite visitação pública e pesquisa científica.
7. **Reserva particular do patrimônio natural:** área privada com o objetivo de conservar a diversidade biológica, permitida a pesquisa científica e a visitação turística, recreativa e educacional. É criada por iniciativa do proprietário, que pode ser apoiado por órgãos integrantes do SNUC [Sistema Nacional de Unidades de Conservação] na gestão da UC.

Usos permitidos

Ao contrário do que se pensa, as UC não são espaços intocáveis! A grande maioria dos usos e da exploração de recursos naturais per-

mitidos nas UC brasileiras prevê e potencializa atividades que contribuem para a geração de renda, emprego, aumento da qualidade de vida e o desenvolvimento do país, sem prejuízo à conservação ambiental. Entretanto, a classificação criada pelo SNUC para os tipos de áreas protegidas baseia-se na necessidade específica de conservação da biodiversidade para cada área, dando maior enfoque ao aspecto ecológico.

As UC e outras áreas protegidas podem ser entendidas como uma maneira especial de ordenamento territorial, e não como um entrave ao desenvolvimento econômico e socioambiental, reforçando o papel das UC no

desenvolvimento econômico e socioambiental local. Os usos e manejo dos recursos naturais permitidos dentro de cada UC variam conforme sua categoria, definida a partir da vocação que aquela área possui. Em outras palavras, é importante que a escolha da categoria de uma UC considere as especificidades e potencialidades de uso que o espaço oferece para que ela seja uma oportunidade de promoção do desenvolvimento local.

Sob um olhar econômico e socioambiental, de acordo com o tipo de atividade econômica permitida em cada categoria, a classificação das UC pode ser analisada da seguinte maneira:

Classe	Principais tipos de uso, contemplados na Lei nº 9.985/2000	Categoria de manejo
Classe 1 – Pesquisa científica e educação ambiental	Desenvolvimento de pesquisa científica e de educação ambiental	Reserva biológica; estação ecológica
Classe 2 – Pesquisa científica, educação ambiental e visitação	Turismo em contato com a natureza	Parques nacionais e estaduais, reserva particular do patrimônio natural
Classe 3 – Produção florestal, pesquisa científica e visitação	Produção florestal	Florestas nacionais e estaduais
Classe 4 – Extrativismo, pesquisa científica e visitação	Extrativismo por populações tradicionais	Reservas extrativistas
Classe 5 – Agricultura de baixo impacto, pesquisa científica, visitação, produção florestal e extrativismo	Áreas públicas e privadas onde a produção agrícola e pecuária é compatibilizada com os objetivos da UC	Reserva de desenvolvimento sustentável; refúgio de vida silvestre; monumento natural
Classe 6 – Agropecuária, atividade industrial, núcleo populacional urbano e rural	Terras públicas e particulares com possibilidade de usos variados visando a um ordenamento territorial sustentável	Área de proteção ambiental; área de relevante interesse ecológico”

Fonte: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/o-que-sao>>
 <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/categorias>>
 <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/usos-permitidos>>
 (acesso: ago. 2018).

Sugestão de leitura complementar para alunos

Capítulo 1

COMISSÃO DE DIVULGAÇÃO DO CRQ-IV. *O que faz um químico?* Portal do CRQ-IV (Conselho Regional de Química IV Região), disponível em <<https://www.crq4.org.br>>; clique no link “Química Viva” e, a seguir, veja “Campos de atuação” (acesso: ago. 2018).

Texto de divulgação que dá uma ideia da ampla variedade de atividades de importância para a sociedade que dependem da atuação dos profissionais da Química.

ZUCCO, C. Química para um mundo melhor. *Química Nova*, v. 34, n. 5, 2011, p. 733. (Textos de *Química Nova* são disponibilizados em <<http://quimicanova.sbq.org.br>>.) (acesso: ago. 2018).

Texto do então presidente da Sociedade Brasileira de Química sobre a abrangência dessa ciência, sua importância para a sociedade e a relevância da educação para o seu uso responsável.

Capítulo 2

TOMA, H. E. *Nanotecnologia: o potencial das pequenas coisas*. Portal do CRQ-IV (Conselho Regional de Química IV Região), disponível em <<https://www.crq4.org.br>>; clique no link “Química Viva” e, na relação de textos, escolha o título desse artigo (acesso: ago. 2018).

Texto sobre a pesquisa científica em nanotecnologia, suas promissoras aplicações e sua importância.

Capítulo 4

ATKINS, P. W. *Moléculas*. São Paulo: Edusp, 2006.

Livro de divulgação científica em que o autor relaciona 160 substâncias, seus modelos moleculares, suas aplicações, propriedades, ocorrência e importância no cotidiano.

MENDA, M. *Plásticos*. Portal do CRQ - IV (Conselho Regional de Química IV Região), disponível em <<https://www.crq4.org.br>>; clique no link “Química Viva” e, na relação de textos, escolha o título desse artigo (acesso: ago. 2018).

Trata da origem, composição, utilização e importância dos principais plásticos.

Capítulo 6

ANIBAL, F.; PIETROCOLA, M. *Luz e cores*. São Paulo: FTD, 2000. (Coleção Física – Um outro Lado).

Paradidático que trata da relação entre cor e luz, coloração, prisma, comportamento da luz, entre outros temas.

Capítulos 7 e 8

FERRARO, N. G. *Os movimentos: pequena abordagem sobre Mecânica*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003. (Col. Desafios).

Paradidático que apresenta vários aspectos da Mecânica em nível compatível com o Ensino Fundamental II.

Capítulo 9

CHERMAN, A.; VIEIRA, F. *O tempo que o tempo tem: por que o ano tem 12 meses e outras curiosidades sobre o calendário*. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

Discute a fundamentação astronômica para nosso calendário e apresenta sua história.

FARIA, R. P. *Iniciação à Astronomia*. 12. ed. São Paulo: Ática, 2004. (Col. De Olho na Ciência).

Texto introdutório à Astronomia, que aborda temas como tamanho dos astros, movimento dos planetas, a que distância as estrelas estão da Terra, constelações e galáxias.

PANZERA, A. C. *Planetas e estrelas: um guia prático de carta celeste*. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

Livro destinado à iniciação de leigos na observação celeste, a olho nu ou com instrumentos ópticos. Inclui capítulos sobre como usar cartas celestes e uma máscara giratória referente à latitude de 20°.

TOLA, J. *Atlas de Astronomia*. São Paulo: FTD, 2007.

Apresenta características dos astros e uma introdução aos aspectos gerais do estudo do Universo.

Capítulo 10

BRANCO, S. M. *Transgênicos: inventando seres vivos*. São Paulo: Moderna, 2004. (Col. Desafios).

Uma visão geral sobre os transgênicos, destacando as causas de toda a polêmica que envolve o assunto, sua produção, noções sobre técnicas de Engenharia Genética e a transgenia natural como fenômeno necessário à evolução das espécies.

Capítulo 11

ANELLI, L. E. *O guia completo dos dinossauros do Brasil*. São Paulo: Editora Peirópolis, 2010.

Dá uma visão geral da história evolutiva dos dinossauros, com destaque para as descobertas feitas no país. Inclui uma relação de dinossauros cujos fósseis foram encontrados no Brasil, apresentando dados como local e data de descoberta, bem como a reconstrução (artística) de cada um.

BARRET, P. *Dinossauros*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005. Traz informações sobre origem, evolução, ecologia e comportamento dos dinossauros mais conhecidos.

BLOUNT, K.; CROWLEY, M. (Eds.). *Enciclopédia dos dinossauros e da vida pré-histórica*. Londres: Dorling Kindersley/Ciranda Cultural, 2006. Livro ilustrado sobre dinossauros, elaborado em conjunto com o Museu Americano de História Natural.

GEWANDSZNAJDER, F.; CAPOZZOLI, U. *Origem e história da vida*. 12. ed. São Paulo: Ática, 2004.

A origem da vida em nosso planeta, as condições que deram origem à vida e o surgimento e o desenvolvimento dos seres humanos são temas desse paradidático voltado ao Ensino Fundamental.

MERCADANTE, C. *Evolução e sexualidade: o que nos fez humanos*. São Paulo: Moderna, 2004. (Col. Desafios).

Na obra, a autora analisa as semelhanças entre seres humanos e os demais animais, descrevendo o longo processo evolutivo.

PALMER, D. *Evolução: a história da vida*. São Paulo: Larousse, 2009.

Obra para consulta com muitas ilustrações de formas de vida das diversas épocas geológicas. Também apresenta descobertas feitas em vários sítios arqueológicos e inclui muitas fotos de fósseis.

RODRIGUES, R. M. *O homem na Pré-História*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003. (Col. Desafios).

Paradidático que conta a história do ser humano com base em evidências científicas, dos ancestrais primatas aos dias atuais.

SÍS, P. *A árvore da vida: um livro que retrata a vida de Charles Darwin, naturalista, geólogo e pensador*. São Paulo: Ática, 2008.

Paradidático ilustrado sobre pontos de destaque da vida e obra de Darwin. Em vez de usar apenas texto corrido, o autor também se vale de recursos visuais para apresentar informações e tornar a leitura mais atraente. A linguagem é acessível até para alunos de anos anteriores, mas os assuntos tratados passam a adquirir significado para o aluno do 9º ano, após estudar evolução e seleção natural.

Capítulo 12

DIAS, G. F. *40 contribuições pessoais para a sustentabilidade*. São Paulo: Gaia, 2005.

Apresenta um conjunto de sugestões para ação individual que, tornadas coletivas, propiciariam menores agressões ao ambiente.

Sugestão de leitura complementar para professores

Capítulo 1

Textos de *Química Nova na Escola* são disponibilizados em <<http://qnesc.sbq.org.br>> (acesso: out. 2018).

ALTARUGIO, M. H. et al. O debate como estratégia em aulas de Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, 2010, p. 26-30.

Artigo sobre o debate como estratégia de ensino e sua importância na formação de qualidades desejáveis ao cidadão.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

O capítulo 5 trata dos estados líquido e sólido dentro de uma abordagem universitária. Há na obra um capítulo introdutório, denominado “Fundamentos”, que dá uma visão geral de aspectos básicos da Química.

BRAGA, M. et al. *Breve história da Ciência moderna*. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008. 4 v.

O volume 1 inclui informações sobre a Alquimia e o volume 4 aborda a Teoria de Dalton.

BROWN, T. L. et al. *Química: a Ciência central*. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

Os capítulos 10 e 11 desse livro de Química Geral abordam os estados gasoso, líquido e sólido.

CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. *Química Nova na Escola*, n. 28, 2008, p. 37-41.

Artigo voltado principalmente aos professores de Ensino Médio, mas que também é de grande valia ao professor do 9º ano.

CHAGAS, A. P. As ferramentas do químico. *Química Nova na Escola*, n. 5, 1997, p. 18-20.

CHASSOT, A. *A Ciência através dos tempos*. 2. ed. atual. São Paulo: Moderna, 2011. (Coleção Polêmica).

Apresenta o desenvolvimento das ideias científicas, da Antiguidade aos dias atuais. Obra indicada ao professor que deseja conhecer a

história da Ciência. O livro inclui, em vários trechos, a história dos modelos atômicos.

FARIAS, R. F. *História da Alquimia*. 2. ed. Campinas: Átomo, 2011.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos anos da Teoria Atômica de Dalton. *Química Nova na Escola*, n. 20, 2004, p. 38-44.

_____. *Lavoisier e o estabelecimento da Química Moderna*. São Paulo: Odysseus, 2002. (Coleção Imortais da Ciência).

Apresenta um panorama da Química na época de Lavoisier e mostra a importância desse cientista na mudança de alguns aspectos do pensamento químico.

FRACETO, L. F.; LIMA, S. L. T. Aplicação da cromatografia em papel na separação de corantes em pastilhas de chocolate. *Química Nova na Escola*, n. 18, 2003, p. 46-48.

GREENBERG, A. *Uma breve história da Química: da Alquimia às ciências moleculares modernas*. São Paulo: Blucher, 2009.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Os capítulos 12, 13 e 14 abordam aspectos conceituais de sólidos, líquidos e gases.

JAFELICCI JUNIOR, M. et al. Fundamentos e aplicação da flotação como técnica de separação de misturas. *Química Nova na Escola*, n. 28, 2008, p. 20-23.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

Os autores tratam de 17 substâncias que tiveram grande importância na história da humanidade, marcando feitos da engenharia, avanços na medicina e no direito e influenciando o que hoje comemos, bebemos e vestimos. Ilustrativo da importância da Química para a sociedade. O título é uma alusão aos botões da farda do exército de Napoleão, feitos de estanho, que trincaram no frio excessivo e dificultaram que os soldados se mantivessem aquecidos.

LOPES, A. R. C. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. *Química Nova na Escola*, n. 2, 1995, p. 7-9.

A autora tece comentários sobre abordagens do tema *reações químicas* que podem induzir à formação distorcida desse conceito.

MAAR, J. H. *Pequena história da Química*. Primeira parte: dos primórdios a Lavoisier. 2. ed. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. S. Experimentando Química com segurança. *Química Nova na Escola*, n. 27, 2008, p. 57-60.

Artigo que trata da segurança nas atividades experimentais em Química, fornecendo subsídios relevantes a escolas que mantêm laboratório e a professores que atuam com os alunos no laboratório.

MALDANER, O. A.; PIEDADE, M. C. T. Repensando a Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, 1995, p. 15-19.

Os autores fazem um relato de sala de aula sobre o enfoque da combustão como uma transformação química, destacando obstáculos ao início do desenvolvimento do pensamento químico.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, n. 19, 2004, p. 11-14.

Aborda os principais aspectos da corrosão, não apenas em materiais metálicos, e alguns métodos de prevenção.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, 1995, p. 23-26.

Esse artigo enfoca a passagem do nível fenomenológico para o nível atômico-molecular no aprendizado do tema *reações químicas*, destacando a conservação da massa como via de que o professor dispõe para conduzir os alunos de um nível a outro.

NEVES, L. S.; FARIAS, R. F. *História da Química*. 2. ed. Campinas: Átomo, 2011.

Traça um panorama histórico desde a Antiguidade até o século XX.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade. *Química Nova na Escola*, n. 16, 2002, p. 21-25.

OLIVEIRA, C. M. A. et al. *Guia de laboratório para o ensino de Química: instalação, montagem e operação*. São Paulo: CRQ-IV, 2012. Disponível em PDF no endereço: <https://www.crq4.org.br/guia_de_laboratorio_passa_por_atualizacao> (acesso: ago. 2018).

Guia elaborado pela Comissão de Ensino Técnico do Conselho Regional de Química da 4ª região (CRQ-IV), baseado em normas da ABNT, do Ministério do Trabalho e do Ministério da Saúde. Traz orientações sobre a construção (pisos, portas, janelas), as instalações (elétrica, hidráulica, mobiliário, proteção contra incêndio), a segurança (sinalização, equipamentos e saídas de emergência), a armazenagem e o descarte de produtos e as boas práticas laboratoriais.

OLIVEIRA, M. F. Química forense: a utilização da Química na pesquisa de vestígios de crime. *Química Nova na Escola*, n. 24, 2006, p. 17-19.

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n. 20, 2004, p. 26-31.

ROCHA, J. R. C.; CAVICCHIOLI, A. Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico,

substância simples e substância composta, nos Ensinos Fundamental e Médio. *Química Nova na Escola*, n. 21, 2005, p. 29-33.

RONAN, C. A. *História ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge*. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. v. 1-4.

Obra sugerida ao professor que deseja conhecer a história da Ciência ou ter à mão uma fonte para consultas referentes a ela. No volume 3 podem ser encontradas informações sobre a vida e a obra de Lavoisier. O volume 4 inclui o impulso da Química a partir da formulação da Teoria Atômica de Dalton e a consolidação do atomismo no começo do século XX.

SANTA MARIA, L. C. S. et al. Coleta seletiva e separação de plásticos. *Química Nova na Escola*, n. 17, 2003, p. 32-35.

Artigo que explica como é feita a separação de diferentes plásticos, destinados à reciclagem, utilizando o fato de afundarem ou flutuarem em líquidos de diferentes densidades.

SANTOS, A. R.; FIRME, C. L.; BARROS, J. C. A internet como fonte de informação bibliográfica em Química. *Química Nova*, v. 31, n. 2, 2008, p. 445-451. (Textos de *Química Nova* são disponibilizados em <<http://quimicanova.sbq.org.br>>) (acesso: out. 2018).

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, n. 4, 1996, p. 28-34.

SILVA, M. A. E.; PITOMBO, L. R. M. Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais. *Química Nova na Escola*, n. 23, 2006, p. 23-26.

SUART, R. C. et al. A estratégia “laboratório aberto” para a construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, 2010, p. 200-207. Destaca a importância das atividades experimentais no desenvolvimento de habilidades cognitivas e discute um exemplo envolvendo o conceito de temperatura de ebulição.

VANIN, J. A. *Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro*. 2. ed. atual. São Paulo: Moderna, 2010. (Coleção Polêmica). O autor apresenta temas históricos, tecnocientíficos e socioeconômicos relativos à Química. Mostra a evolução do conhecimento químico, discute aspectos da química dos materiais e apresenta informações sobre descobertas e invenções que alteraram a economia de países e mudaram hábitos de consumo.

VIANA, H. E. B.; PORTO, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 7, 2007, p. 4-12.

Capítulo 2

GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Física*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005. v. 3.

O terceiro volume dessa coleção, para professores de Física, é sobre Eletromagnetismo.

HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 3.

Esse volume aborda Eletricidade e Eletromagnetismo com tratamento matemático universitário.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

A parte 5 desse livro universitário introdutório aborda a Eletricidade, enfatizando aspectos conceituais e evitando tratamento matemático complexo.

TREFIL, J.; HAZEN, R. M. *Física viva*. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2.

O volume 2 dessa coleção para ensino universitário de Física inclui o estudo da Eletricidade e Magnetismo. Traz a explicação física de várias situações cotidianas.

Capítulo 3

Textos de *Química Nova na Escola* são disponibilizados em <<http://qnesc.sbq.org.br>> (acesso: set. 2018).

ABDALLA, M. C. *Bohr: o arquiteto do átomo*. São Paulo: Odysseus Editora, 2002. (Coleção Imortais da Ciência).

BRAZ JÚNIOR, D. *Física Moderna: tópicos para Ensino Médio*. Campinas: Companhia da Escola, 2002.

O capítulo 2 inclui a quantização da absorção e da emissão de ondas eletromagnéticas pela matéria e noções sobre o princípio do *laser*. O capítulo 3 inclui a utilidade das ondas eletromagnéticas na Cosmologia.

BRENNAN, R. P. *Gigantes da Física: uma história da Física moderna através de oito biografias*. Rio de Janeiro: Zahar, 1998. (Coleção Ciência e Cultura).

Há pelo menos quatro capítulos que podem interessar ao professor de Química. Eles abordam as biografias de Max Planck, Ernest Rutherford, Niels Bohr e Werner Heisenberg.

CHASSOT, A. Raios X e radioatividade. *Química Nova na Escola*, n. 2, 1995, p. 19-22.

O autor apresenta aspectos históricos da descoberta dos raios X, por Röntgen, e da radioatividade, por Becquerel.

COSTA, M. L.; SILVA, R. R. Ataque à pele. *Química Nova na Escola*, n. 1, 1995, p. 3-7.

Artigo sobre bronzamento, câncer de pele e protetores solares.

DURÁN, N.; MATTOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. *Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação*. São Paulo: Artliber Editora, 2006.

DURÃO JÚNIOR, W. A.; WINDMÖLLER, C. C. A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes. *Química Nova na Escola*, n. 28, 2008, p. 15-19.

Artigo que trata do problema da contaminação por mercúrio proveniente de lâmpadas fluorescentes e aborda seu descarte e reaproveitamento.

FILGUEIRAS, C. A. L. A espectroscopia e a Química: da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. *Química Nova na Escola*, n. 3, 1996, p. 22-25.

FLOR, J. et al. Protetores solares. *Química Nova*, v. 30, n. 1, 2007, p. 153-158. Textos de *Química Nova* são disponibilizados em <<http://quimicanova.sbq.org.br>> (acesso: out. 2018).

Fornece, entre outras, informações sobre efeitos da radiação solar, tipos de filtros solares, mecanismo de proteção, formulação e fator de proteção solar.

GRACETTO, A. C.; HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O. Combustão, chamas e testes de chama para cátions: proposta de experimento. *Química Nova na Escola*, n. 23, 2006, p. 43-48.

MEDEIROS, A. Aston e a descoberta dos isótopos. *Química Nova na Escola*, n. 10, 1999, p. 32-37. O autor relata um dos trechos da história da Ciência que é pouco conhecido dos químicos e dos professores de Química em geral.

NERY, A. L. P.; FERNANDEZ, C. Fluorescência e estrutura atômica: experimentos simples para abordar o tema. *Química Nova na Escola*, n. 19, 2004, p. 39-42.

Comenta a utilização do fenômeno da fluorescência como estratégia para o desenvolvimento do modelo de Bohr e propõe experimentos com materiais relativamente simples de obter.

OKUNO, E. *Radiação: efeito, riscos e benefícios*. 2. ed. São Paulo: Harbra, 1998.

A autora apresenta aspectos históricos e conceituais da radiação, seus efeitos biológicos e aplicações práticas. Há um capítulo sobre as consequências dos acidentes de Goiânia e de Chernobyl.

_____; VILELA, M. A. P. *Radiação ultravioleta: características e efeitos*. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

Além de comentar as propriedades do ultravioleta, aborda os riscos da exposição demasiada ao sol e do bronzamento artificial.

_____; YOSHIMURA, E. M. *Física das radiações*. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

Trata dos aspectos físicos do decaimento nuclear e da interação da radiação com a matéria. Abrange também aplicações da radiação, efeitos biológicos, detecção e proteção radiológica.

OLIVEIRA, M. F. Química forense: a utilização da Química na pesquisa de vestígios de crime. *Química Nova na Escola*, n. 24, 2006, p. 17-19.

PESSOA JR., O. A representação pictórica de entidades quânticas na Química. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 7, 2007, p. 25-33.

PIZA, A. F. R. T. *Schrödinger & Heisenberg: a Física além do senso comum*. São Paulo: Odysseus Editora, 2003. (Coleção Imortais da Ciência).

SANTOS FILHO, P. F. *Estrutura atômica & ligação química*. 2. ed. Campinas: publicado pelo autor (Instituto de Química da Unicamp), 2007.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O átomo e a tecnologia. *Química Nova na Escola*, n. 3, 1996, p. 4-7.

Esse artigo apresenta o estudo da estrutura do átomo como rica fonte de fatos que explicaram fenômenos do dia a dia ou resultaram em importantes aplicações práticas.

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, 2005, p. 3-9.

_____. *O mundo nanométrico: a dimensão do novo século*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

Livro repleto de exemplos modernos de aplicações da nanotecnologia. Embora muitos deles envolvam complexos conceitos científicos, a linguagem usada e as ilustrações tornam o tema atraente.

VOGEL, A. I. *Química Analítica Qualitativa*. São Paulo: Mestre Jou, 1981, p. 156-162.

Nessa referência, o professor encontra mais informações sobre o teste (ou ensaio) da chama.

Capítulo 4

Textos de *Química Nova na Escola* são disponibilizados em <<http://qnesc.sbq.org.br>> (acesso: set. 2018).

ATKINS, P. W.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

Os capítulos 1 e 2 desse livro universitário abordam, respectivamente, átomos e ligações químicas.

BROWN, T. L. et al. *Química: a Ciência central*. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2017.

Os capítulos 8 e 9 desse livro universitário de Química Geral são sobre ligações químicas.

CREASE, R. P. *Os dez mais belos experimentos científicos*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

Os capítulos 8 e 9 abordam, respectivamente, a determinação da carga do elétron e a descoberta do núcleo atômico.

DIAS FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. A perícia criminal e a interdisciplinaridade no ensino de Ciências Naturais. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, 2010, p. 67-72.

Fornece algumas informações sobre a importância da Química na criminalística.

DUARTE, H. A. Ligações químicas: ligação iônica, covalente e metálica. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 4, 2001, p. 14-23.

O autor enfoca esses três tipos de ligação a partir de conceitos da Química Quântica.

DURÁN, N. et al. *Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação*. São Paulo: Artliber, 2006.

Obra sobre os fundamentos e conceitos básicos da nanociência e da nanotecnologia.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. *Química Nova na Escola*, n. 24, 2006, p. 20-24.

HOFFMANN, R. *O mesmo e o não mesmo*. São Paulo: Editora Unesp, 2007.

O autor, ganhador do Nobel de Química, apresenta uma série de aspectos curiosos da Química.

KEAN, S. *A colher que desaparece*. Rio de Janeiro: Zahar, 2011. Relata várias histórias envolvendo os elementos químicos, seus usos e sua descoberta.

OLIVEIRA, L. F. C. Espectroscopia molecular. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 4, 2001, p. 24-30. (Veja também errata no n. 14, p. 46.)

Artigo que ilustra como a espectroscopia permite obter informações sobre a estrutura molecular.

ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 4, 2001, p. 31-36.

Artigo que descreve os tipos e a origem das interações intermoleculares que atuam nos sistemas químicos. Também mostra como a compreensão dessas interações permite racionalizar algumas propriedades macroscópicas das substâncias químicas.

SACKS, O. W. *Tio Tungstênio: memórias de uma infância química*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

O autor relata lembranças de sua infância impregnada pelo contato com os metais e suas propriedades. O título é uma alusão ao tio, que fabricava lâmpadas de tungstênio.

SANTOS FILHO, P. F. *Estrutura atômica & ligação química*. 2. ed. Campinas: publicação do autor (Instituto de Química da Unicamp), 2007.

Livro universitário sobre estrutura atômica e ligação química.

STRATHERN, P. *O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da Química*. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

Conta a história da Química desde os gregos, passando pela Alquimia até a fissão do átomo.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O átomo e a tecnologia. *Química Nova na Escola*, n. 3, 1996, p. 4-7.

Esse artigo apresenta o estudo da estrutura do átomo como rica fonte de fatos que explicaram fenômenos do dia a dia ou resultaram em importantes aplicações práticas.

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, 2005, p. 3-9.

_____. *Coleção de Química conceitual*. São Paulo: Blucher, 2013 (v. 1-v. 4), 2015 (v. 5), 2016 (v. 6). 6 v.

Coleção que aborda os principais temas da Química, com ênfase nos aspectos conceituais.

_____. *O mundo nanométrico: a dimensão do novo século*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

Livro repleto de exemplos modernos de aplicações da nanotecnologia. Embora muitos deles envolvam complexos conceitos científicos, a linguagem usada e as ilustrações tornam o tema atraente.

Capítulo 5

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Os capítulos da parte 4 desse livro universitário introdutório tratam do som. Um deles é totalmente dedicado aos sons musicais.

RIBEIRO, J. A. S. *Sobre os instrumentos sinfônicos*. Rio de Janeiro: Record, 2005.

O autor comenta a função de cada instrumento em uma orquestra, fornecendo características e detalhes históricos. Há um capítulo dedicado à voz humana como “instrumento” musical.

WALKER, J. *O circo voador da Física*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

O autor aborda uma série de situações curiosas e/ou cotidianas e as explica com base na Física. O capítulo 3 trata de situações referentes ao som.

Capítulo 6

BARTHEM, R. *A luz*. São Paulo: Livraria da Física, 2005. (Col. Temas Atuais de Física).

Apresenta o conhecimento científico segundo a sequência histórica, da Óptica Geométrica à Teoria da Relatividade, e ainda as experiências que revelaram a natureza quântica da luz e suas implicações tecnológicas.

GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Física*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005. v. 2.

O segundo volume dessa coleção voltada para professores de Física traz informações sobre luz e suas propriedades e Óptica Geométrica.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

A parte 6 desse livro universitário introdutório apresenta a Óptica Geométrica, a Óptica Ondulatória e aspectos quânticos da luz.

WALKER, J. *O circo voador da Física*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

As situações curiosas e/ou cotidianas tratadas no capítulo 6 relacionam-se à Óptica.

Capítulo 7

CREASE, R. P. *Os dez mais belos experimentos científicos*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

Os capítulos 2 e 3 referem-se à queda dos corpos.

HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1.

Esse volume aborda a Mecânica com tratamento em nível universitário.

HAWKING, S. *Os gênios da Ciência: sobre os ombros de gigantes*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

Apresenta a vida e a obra de cinco cientistas de relevante contribuição para a Física. Há um capítulo inteiramente dedicado a Galileu, no qual uma parte é referente ao seu livro *Diálogo sobre duas novas Ciências*.

MACLACHLAN, J. *Galileu Galilei: o primeiro físico*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

Conta a história de Galileu e de suas descobertas.

MARICONDA, P. R.; VASCONCELOS, J. *Galileu e a nova Física*. São Paulo: Odysseus, 2006. (Col. Imortais da Ciência).

Descreve o impacto das descobertas e invenções de Galileu e a sequência de eventos que conduziu a seu julgamento.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 1.

Livro universitário que aborda a Mecânica na parte I. Os capítulos 2 e 3 abordam a Cinemática em uma, duas e três dimensões, incluindo tratamento vetorial.

WALKER, J. *O circo voador da Física*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

O autor aborda grande quantidade de situações curiosas e/ou cotidianas e as explica com base na Física. De modo geral, os temas são tratados de modo qualitativo, sem empregar matemática universitária. O capítulo 1 é sobre movimento.

Capítulo 8

GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Física*. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2002. v. 1.

O primeiro volume dessa coleção voltada para professores de Física trata do tema Mecânica.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Os capítulos 2, 4 e 5 desse livro universitário introdutório desenvolvem as Leis de Newton, com ênfase nos aspectos conceituais, não nos matemáticos.

JAMMER, M. *Conceitos de força: um estudo sobre os fundamentos*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011.

Conta a história da evolução do conceito científico de força.

TREFIL, J.; HAZEN, R. M. *Física viva*. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 1. O volume 1 dessa coleção para ensino universitário de Física é dedicado à Mecânica. Inclui a explicação física de várias situações cotidianas.

VALADARES, E. C. *Newton: a órbita da Terra em um copo d'água*. 2. ed. São Paulo: Odysseus, 2009. (Col. Imortais da Ciência).

Livro que apresenta a vida e a obra de Isaac Newton. Inclui experimentos simples que permitem investigar algumas das ideias newtonianas.

Capítulo 9

BERTRAND, J. *Os fundadores da Astronomia moderna*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

Apresenta a biografia e a trajetória intelectual de Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton.

BOCZKO, R. *Conceitos de Astronomia*. São Paulo: Blucher, 1998. Apresenta informações sobre a descrição da posição e do movimento dos astros. Relaciona os movimentos celestes à medida do tempo e traz um capítulo sobre Gravitação Universal.

BRAGA, M. et al. *Breve história da Ciência moderna*. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2008. 4 v.

Os volumes 1 a 3 dessa coleção traçam um histórico da Astronomia.

CANIATO, R. *(Re)descobrimos a Astronomia*. Campinas: Átomo, 2010. Livro que propicia uma visão panorâmica da história, das ideias e das ferramentas da Astronomia.

CHASSOT, A. *A Ciência através dos tempos*. 2. ed. atual. São Paulo: Moderna, 2010. (Col. Polêmica).

Apresenta o desenvolvimento das ideias científicas, da Antiguidade aos dias atuais. Obra sugerida ao professor que deseja conhecer a história da Ciência. Há vários trechos em que a evolução dos modelos astronômicos é contemplada.

CREASE, R. P. *Os dez mais belos experimentos científicos*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

O capítulo 5 trata do experimento em que Cavendish determinou a constante gravitacional (G) e o capítulo 7 é sobre a rotação terrestre e o pêndulo de Foucault.

FRIANÇA, A. C. S. et al. (Org.). *Astronomia: uma visão geral do Universo*. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2003.

Escrito por professores da USP a partir de textos elaborados para um curso de extensão universitária. Oferece um panorama geral da ciência astronômica.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Os capítulos 9 e 10 apresentam aspectos conceituais da gravidade e do movimento de satélites.

HORVATH, J. E. *O ABCD da Astronomia e da Astrofísica*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

Além de comentar aspectos históricos da Astronomia e métodos de estudo usados nessa ciência, aborda, entre outros temas, o Sistema Solar, as estrelas, as galáxias e conceitos atuais relativos ao estudo do Universo.

MOURÃO, R. R. F. *Kepler: a descoberta das leis do movimento planetário*. 2. ed. São Paulo: Odisseus, 2008. (Col. Imortais da Ciência). Livro que apresenta a vida e a obra de Johannes Kepler. Inclui um capítulo sobre a contribuição de Tycho Brahe e um glossário.

_____. *Manual do astrônomo: uma introdução à Astronomia observacional e à construção de telescópios*. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1999.

Essa obra fornece informações aos que desejam se iniciar na observação celeste.

RONAN, C. A. *História ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge*. 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. v. 1-4. Indicado ao professor que deseja conhecer a história da Ciência ou ter à mão uma fonte para consultas referentes a ela. No volume 3 podem ser encontradas várias informações sobre a polêmica histórica entre geocentrismo e heliocentrismo.

Capítulo 10

GRIFFITHS, A. et al. *Introdução à Genética*. 10. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2013.

Livro universitário que aborda padrões de herança e relações entre DNA e fenótipo, entre outros temas fundamentais da Genética.

JORDAN, B. *O espetáculo da evolução: sexualidade, origem da vida, DNA e clonagem*. Rio de Janeiro: Zahar, 2005.

O autor discute, à luz da Biologia Molecular, temas como evolução, pesquisa sobre DNA humano, cura do câncer, clonagem e organismos transgênicos.

KLUG, W. et al. *Conceitos de Genética*. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Livro universitário que inclui capítulos sobre câncer, genômica, genética de organismos e de populações.

MICKLOS, D. A. et al. *A Ciência do DNA*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Obra universitária de caráter introdutório sobre material genético, que apresenta um panorama histórico sobre o tema.

OLIVEIRA, F. *Bioética: uma face da cidadania*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003. (Col. Polêmica).

A autora aborda, entre outros temas, as controvérsias e os desafios éticos das doenças, das manipulações genéticas e dos direitos reprodutivos, com destaque para a contracepção e as novas tecnologias reprodutivas e conceptivas.

_____. *Engenharia Genética: o sétimo dia da criação*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Col. Polêmica).

Esse paradidático apresenta a história das manipulações genéticas pela Engenharia Genética e relata suas principais técnicas.

SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1.

Os capítulos 9 a 20 desse volume destinado a estudantes universitários abordam aspectos genéticos da Biologia. Os alelos múltiplos são tratados no capítulo 10, e a biotecnologia, no 16.

SALZANO, F. *DNA, e eu com isso?* São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

O autor trata das tecnologias relacionadas ao DNA, suas aplicações e implicações para a sociedade.

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. *Fundamentos de Genética*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

Obra para o nível superior que enfoca as bases da Genética e a Genética Humana. Entre outras, inclui informações sobre controle genético do desenvolvimento, funcionamento da imunidade em vertebrados, câncer, herança de características complexas e genética evolutiva.

THIEMANN, O. H. A descoberta da estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick. *Química Nova na Escola*, n. 17, 2003, p. 13-19. (Textos de *Química Nova na Escola* são disponibilizados em: <<http://qnesc.sbg.org.br>> acesso: set. 2018).

TURNPENNY, P. D.; ELLARD, S. *Emery – Genética Médica*. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

Livro universitário que trata das aplicações da Genética à área médica.

WATSON, J. D.; BERRY, A. *DNA: o segredo da vida*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

Nesse livro, James Watson, um dos descobridores da estrutura de dupla hélice do DNA, e seu coautor relatam as principais descobertas que culminaram com a biotecnologia e o sequenciamento do genoma humano.

WATSON, J. D. et al. *DNA recombinante: genes e genoma*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Aborda os temas material genético, expressão gênica, técnicas básicas do DNA recombinante e fundamentos da genômica. Apresenta descobertas recentes relacionadas ao estudo do genoma e inclui um capítulo sobre o Projeto Genoma Humano.

Capítulo 11

BRANCO, S. M. *Evolução das espécies: o pensamento científico, religioso e filosófico*. 2. ed. at. São Paulo: Moderna, 2010. (Col. Polêmica).

O livro discute a Teoria da Evolução de Darwin, apresentando uma série de evidências que a fazem ser aceita atualmente pela comunidade científica. Relata, também, casos de debates históricos envolvendo essa teoria, nos campos filosófico e religioso.

BROWNE, J. *Charles Darwin*. São Paulo: Aracati/Editora da Unesp, 2011. 2 v.

O volume 1, cujo subtítulo é *Viajando*, descreve a formação intelectual de Darwin e a viagem a bordo do *Beagle*. O volume 2, subintitulado *O poder do lugar*, se inicia com os acontecimentos que envolveram Darwin e Alfred Russel Wallace e que acabaram forçando a publicação de *A origem das espécies*. Nele, a autora também relata o impacto da obra de Darwin e discorre sobre sua vida particular.

DARWIN, C. *Beagle na América do Sul*. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002. (Col. Leitura).

Relato de Charles Darwin sobre a viagem à América do Sul, a bordo do Beagle. Descreve suas visitas e expedições e tece comentários sobre a geologia e a história natural características das regiões que visitou.

DAWKINS, R. *A grande história da evolução*. São Paulo: Companhia da Letras, 2009.

Traça a história evolutiva, retroagindo a partir do *Homo sapiens* e analisando as principais ramificações filogenéticas.

_____. *O gene egoísta*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. Apresenta argumentos em defesa da tese de que os genes são a unidade fundamental sobre a qual recai, em última análise, a seleção natural.

FARIAS, R. F. A Química do tempo: carbono-14. *Química Nova na Escola*, n. 16, 2002, p. 6-8. (Textos de *Química Nova na Escola* são disponibilizados em <<http://qnesc.sbq.org.br>>; acesso: set. 2018.)

Artigo que explica como podem ser datados achados arqueológicos que sejam restos de antigos seres vivos. A leitura permite deduzir por que o método do carbono-14, útil em Arqueologia, não tem grande relevância para a Paleontologia.

JONES, S. *A ilha de Darwin*. São Paulo: Record, 2009.

O autor escreve sobre outros trabalhos menos conhecidos de Darwin e também sobre a vida pessoal do naturalista.

KEYNES, R. *Aventuras e descobertas de Darwin a bordo do Beagle*. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.

O autor (bisneto de Darwin e pesquisador) descreve, em 34 capítulos, a viagem de Darwin. Os capítulos 5 e 6 incluem relatos sobre a Bahia e o Rio de Janeiro.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. *O que é vida?* Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

Os autores abordam algumas questões centrais da Biologia, incluindo origem da vida e evolução.

MAYR, E. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia da Letras, 2005. Analisa alguns temas relevantes da Biologia, com ênfase na evolução.

_____. *O que é evolução*. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

Apresenta uma síntese da teoria genética e da teoria evolucionista.

PALMER, D. *Evolução: a história da vida*. São Paulo: Larousse, 2009. Aborda a linha do tempo geológico e contém muitas ilustrações das formas de vida que existiram em cada uma delas.

REECE, J. B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Os capítulos da unidade 4 desse livro universitário de Biologia abordam a evolução, seus mecanismos e a história da vida na Terra. E o capítulo 21 (da unidade 3) é sobre a evolução do genoma.

TAYLOR, J. *A viagem do Beagle*. São Paulo: Edusp, 2009.

É outra possibilidade de obra para consulta pelos alunos, ao trabalharem o tema sugerido para pesquisa.

TEIXEIRA, W. et al. (Org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

O capítulo 10 desse livro de Geociências, intitulado “Geologia e a descoberta da magnitude do tempo”, explica como é feita a datação de minerais. Também aborda os fósseis e sua importância.

Capítulo 12

Textos de *Química Nova* são disponibilizados em <<http://quimicanova.sbq.org.br>> (acesso: set. 2018).

Textos de *Química Nova na Escola* são disponibilizados em <<http://qnesc.sbq.org.br>> (acesso: set. 2018).

ATLAS DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA BRASILEIRA; UNIDADES FEDERAIS. São Paulo: Metalivros/Ibama, 2004.

Oferece um panorama de todas as Unidades de Conservação da natureza brasileira administradas pelo Ibama. Inclui mais de 40 planilhas com o mapeamento dessas unidades e mais de 200 fotografias, incluindo algumas obtidas por satélite.

BRANCO, S. M. *Energia e meio ambiente*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Col. Polêmica).

O autor examina a dependência humana das mais variadas fontes de energia e discute o risco ao meio ambiente que decorre do uso descontrolado das fontes energéticas.

BROWN, T. L. et al. *Química: a Ciência central*. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

O capítulo 21 desse livro universitário de Química Geral aborda os processos nucleares, incluindo o aproveitamento da energia nuclear na geração de energia elétrica.

CANGEMI, J. M. et al. A revolução verde da mamona. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, 2010, p. 3-8.

Artigo sobre a variedade de produtos obtidos da mamona, incluindo o biodiesel.

CARDOSO, A. A. et al. Biocombustível, o mito do combustível limpo. *Química Nova na Escola*, n. 28, 2008, p. 9-14.

Esse artigo aborda os aspectos ambientais relevantes relacionados à produção e ao uso de biocombustíveis, questionando a expressão “combustível limpo” empregada por alguns meios de comunicação.

DALLARI, D. A. *Direitos humanos e cidadania*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Col. Polêmica).

Discorre sobre as várias faces dos direitos humanos. O livro aborda, entre outros, o direito à vida, à moradia e à terra, à participação nas riquezas, à educação e à saúde. Essa obra fornece ao professor subsídios para trabalhar esses pontos ao falar sobre crescimento populacional e como ele afeta as condições de vida. No final do livro há um anexo com a Declaração Universal dos Direitos Humanos.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. *Química Nova*, v. 32, n. 3, 2009, p. 582-587.

Discute as perspectivas da tecnologia de aproveitamento da biomassa como combustível.

HINRICHS, R. A. et al. *Energia e meio ambiente*. 4. ed. Rio de Janeiro: Cengage, 2011.

Livro universitário sobre o tema. Inclui aspectos físicos e ambientais dos diversos modos de geração de energia, incluindo a partir da biomassa e da geotermia. Trata-se de uma tradução com coautor nacional, que adaptou a obra para incluir aspectos da realidade brasileira.

MORAIS, R. *Educação, mídia e meio ambiente*. Campinas: Alínea, 2004. (Série Educação em Debate).

Tece reflexões sobre o papel potencialmente importante da mídia na Educação Ambiental e sobre seu posicionamento quanto a isso como porta-voz da sociedade de consumo.

OLIVEIRA, F. C. C. et al. Biodiesel: possibilidades e desafios. *Química Nova na Escola*, n. 28, 2008, p. 3-8.

Os autores apresentam informações sobre o processo de produção do biodiesel e abordam aspectos ambientais econômicos e sociais.

RODRIGUES, J. A. R. Do engenho à biorrefinaria. A usina de álcool como empreendimento industrial para a geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis. *Química Nova*, v. 34, n. 7, 2011, p. 1.242-1.254.

Artigo de revisão sobre o conceito de biorrefinaria e as potencialidades dos derivados da cana-de-açúcar no desenvolvimento sustentável.

SOUZA, F. L.; MARTINS, P. Ciência e Tecnologia na escola: desenvolvendo cidadania por meio do projeto “Biogás – energia renovável para o futuro”. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, 2011, p. 19-24.

Relato de sala de aula sobre biogás. Embora se refira ao Ensino Médio, pode ser útil ao professor.

TEIXEIRA, W. et al. (Org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

Livro didático universitário de Geociências. Inclui abordagem dos recursos hídricos, minerais e energéticos e do tema desenvolvimento sustentável.

TRIGUEIRO, A. *Mundo sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação*. São Paulo: Globo, 2005.

Traz alguns exemplos da abordagem das questões ambientais na mídia por meio de oito temas eleitos pelo autor como centrais.

VILLULLAS, H. M. et al. Células a combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis. *Química Nova na Escola*, n. 15, 2002, p. 28-34.

Bibliografia

AUSUBEL, D. P. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Boston: Kluwer/Springer, 2000.

APRENDENDO PARA O MUNDO DE AMANHÃ: Primeiros resultados do PISA 2003 – PISA/OCDE. Trad. B&C Revisão de Textos. São Paulo: Moderna, 2005. p. 3, 20, 286, 287.

BAQUERO, R. *Vygotsky e a aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Terceira versão. Brasília: MEC, 2017.

CARRERAS, L. L. et al. *Como educar em valores: materiais, textos, recursos y técnicas*. 5. ed. Madrid: Narcea, 1997.

CARRETERO, M. *Construtivismo e educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

COLL, C. *Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*. São Paulo: Ática, 1997. (Série Fundamentos).

_____. et al. *O construtivismo na sala de aula*. 3. ed. São Paulo: Ática, 1997.

_____. *Os conteúdos na Reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

_____. (Org.). *Desenvolvimento psicológico e educação*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

GARDNER, H. *Inteligência: um conceito reformulado*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

MINGUET, P. A. (Org.). *A construção do conhecimento na educação*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MORAES, R. Aprender Ciências: reconstruindo e ampliando saberes. In: GALIAZZI, M. C. et al. (Org.). *Construção curricular em rede na educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula*. Ijuí: Unijuí, 2007. (Col. Educação em Ciências).

_____; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. C. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). *Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Unijuí, 2004.

NOVAK, J. D. Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27: 937-949, 1990.

ONTORIA, A. et al. *Mapas conceptuales: una técnica para aprender*. 7. ed. Madrid: Narcea, 1997.

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens. Entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PUIG, J. M. *Ética e valores: métodos para um ensino transversal*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998. (Col. Psicologia e educação).

WADSWORTH, B. J. *Inteligência e afetividade da criança na teoria de Piaget*. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

_____. *Piaget para o professor da pré-escola e 1º grau*. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1989.

WEISSMANN, H. (Org.). *Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

EDUARDO LEITE DO CANTO

Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP).
Doutor em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (SP).
Autor de livros didáticos e paradidáticos. Professor.

LAURA CELLOTO CANTO

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (SP).
Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (SP).
Autora de livros didáticos. Professora.

CIÊNCIAS NATURAIS

APRENDENDO COM O COTIDIANO

9^o
ano

Componente curricular: CIÊNCIAS

6ª edição

São Paulo, 2018



Comentários pedagógicos

A partir deste ponto do Manual do professor, é apresentada uma réplica do livro do estudante, com as páginas em tamanho um pouco reduzido, acrescidas de comentários pedagógicos sobre capítulos como um todo ou sobre aspectos pontuais dentro de um capítulo (um item, um texto, uma atividade experimental, uma legenda de foto etc.). Esses comentários aparecem nas áreas laterais e inferiores das páginas do manual.

Também são apresentados comentários que remetem a informações da primeira parte deste Manual do professor ou aos projetos que aparecem no *Suplemento de projetos*, no final do livro do estudante. Esses projetos são também comentados neste Manual do professor, na mesma página em que aparecem no livro do aluno.

De olho na BNCC!

As habilidades específicas da BNCC referentes a este ano são comentadas nos locais oportunos em que seu desenvolvimento é contemplado na obra.

Coordenação editorial: Maíra Rosa Carnevalle
Edição de texto: Bruna Quintino de Morais, Beatriz Assunção Baeta
Assessoria didático-pedagógica: Andy de Santis, Thalita Bernal, Maria Luiza Ledesma Rodrigues, Marta de Souza Rodrigues, Juliana Maia
Gerência de design e produção gráfica: Everson de Paula
Coordenação de produção: Patrícia Costa
Suporte administrativo editorial: Maria de Lourdes Rodrigues
Coordenação de design e projetos visuais: Marta Cerqueira Leite
Projeto gráfico: Patrícia Malizia
Capa: Daniel Messias
Foto: © MirageC/Moment Open/Getty Images
Coordenação de arte: Denis Torquato
Edição de arte: Arleth Rodrigues
Editoração eletrônica: Setup Bureau Editoração Eletrônica
Edição de infografia: Luiz Iria, Priscilla Boffo, Giselle Hirata
Ilustração de vinhetas: Daniel Messias
Coordenação de revisão: Maristela S. Carrasco
Revisão: Ana Maria C. Tavares, Cecília Oku, Dirce Y. Yamamoto, Renata Brabo, Simone Garcia, Thiago Dias, Vânia Bruno
Coordenação de pesquisa iconográfica: Luciano Baneza Gabarron
Pesquisa iconográfica: Marcia Mendonça
Coordenação de bureau: Rubens M. Rodrigues
Tratamento de imagens: Fernando Bertolo, Joel Aparecido, Luiz Carlos Costa, Marina M. Buzzinaro
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Canto, Eduardo Leite do
Ciências naturais : aprendendo com o cotidiano /
Eduardo Leite do Canto, Laura Celloto Canto. —
6. ed. — São Paulo : Moderna, 2018.

Obra em 4 v. para alunos de 6ª ao 9ª ano.
Componente curricular: Ciências.
Bibliografia.

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Canto, Laura
Celloto. II. Título.

18-16996

CDD-372.35

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências : Ensino fundamental 372.35

Maria Alice Ferreira – Bibliotecária – CRB-8/7964

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.

Rua Padre Adelino, 758 – Belenzinho
São Paulo – SP – Brasil – CEP 03303-904
Vendas e Atendimento: Tel. (0__11) 2602-5510
Fax (0__11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2018
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Aos estudantes e aos senhores pais

Este volume integra uma coleção destinada ao ensino fundamental, no segmento de 6º a 9º ano.

A obra é fruto de vários anos de trabalho e de pesquisa. Ela apresenta uma abordagem na qual as Ciências da Natureza aparecem entremeadas no estudo de temas vinculados à realidade.

Em seus quatro volumes, a coleção procura auxiliar o processo educativo a desenvolver nos alunos capacidades que lhes serão úteis para aprender mais — por conta própria e ao longo de toda a vida — e atitudes desejáveis a qualquer cidadão consciente da realidade da sociedade em que vive e participante de suas decisões.

Cada um dos volumes da coleção pode ser utilizado de maneira versátil em diferentes locais do país, adaptando-se a variadas realidades. É fundamental ter em mente alguns pontos importantes:

- Não é necessário que os capítulos deste livro sejam trabalhados na ordem que aparecem. Diferentes sequências de conteúdos são possíveis, e o professor vai optar por aquela que for mais adequada à realidade local.
- Em muitos capítulos podem ser feitas atividades adicionais, como projetos, pesquisas, apresentações, visitas, entrevistas, encenações e feiras de Ciências. Investir tempo na realização dessas atividades é importante para desenvolver as capacidades dos alunos.
- Nenhum livro didático é, por si só, completo. Ao utilizar este livro, os estudantes serão continuamente estimulados a consultar o dicionário e outras fontes de informação.

Nas páginas seguintes, são apresentadas algumas informações sobre a estrutura deste livro. Compreender essa estrutura é relevante para aproveitar ao máximo o que a obra tem para oferecer.

É nosso sincero desejo de que esta obra contribua para o desenvolvimento das capacidades de cada estudante e favoreça o aprendizado de conteúdos necessários à vida em sociedade.

Suas sugestões e críticas serão muito bem-vindas.

Os autores

Sobre a estrutura da obra

Nesta página e nas três seguintes é feita a apresentação das seções da obra aos estudantes.

Há comentários sobre elas na primeira parte deste Manual do professor, nos quais são explicadas suas finalidades pedagógicas.

Habitue-se com a estrutura deste livro



ABERTURA DE UNIDADE
As unidades se iniciam com uma imagem relacionada a um tema que será estudado. Observe atentamente os detalhes da imagem, procure supor o que será visto na unidade e troque ideias com os colegas sobre o que você sabe ou gostaria de saber sobre o tema.



ABERTURA DE CAPÍTULO
Na abertura de cada capítulo, existe uma foto que está relacionada ao assunto que será abordado. Na legenda dessa foto, você encontra um breve comentário ou uma pergunta. Se for uma pergunta e você ficar curioso para saber a resposta, ótimo! É essa mesma a intenção. Você conseguirá responder à pergunta estudando o capítulo.



MOTIVAÇÃO
É sempre a primeira seção do capítulo, logo após a foto de abertura. Nela, você encontrará uma notícia de revista, um texto da internet ou de livro, um experimento prático ou a descrição de alguma situação. A ideia é despertar seus conhecimentos prévios para ajudá-lo a aprender algo novo, relacionado ao tema em estudo.

ATIVIDADES EM QUADROS LATERAIS

Refleta sobre suas atitudes
Pretende dar umas “chacoalhadas” nas suas atitudes, por meio de perguntas que se referem ao modo como você vive e encara a vida. Às vezes, por causa dessas “chacoalhadas”, você pode desejar mudar para melhor alguns de seus hábitos. Se isso acontecer, parabéns!

Trabalho em equipe
Apresenta atividades para serem executadas em grupo. Além de colocar em prática aquilo que está aprendendo, você exercitará algo muito importante para a vida: como atuar em conjunto para atingir uma finalidade comum.

Tema para pesquisa
Sugere temas que vão ajudá-lo a praticar o processo de busca de informações em outras fontes, como livros, enciclopédias, internet etc. É muito importante pesquisar para que você não fique preso somente a este livro e perceba que é gostoso aprender e que existem muitos meios de fazer isso.

Certifique-se de ter lido direito
Alerta para certos detalhes do texto que está sendo lido. Às vezes, é apenas lembrado que o dicionário deve ser consultado sempre que necessário. Outras vezes, é algo mais específico, como salientar alguma ideia ou passagem do texto. Saber ler com atenção é algo fundamental para a vida.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

Tipos de substâncias que estudaremos

Uma das primeiras atividades de investigação dos estudantes, que é desenvolvida na Unidade da página anterior, divide-se em três partes e segue. Desenvolveremos a ideia da classe dos grupos baseados em:

- **Substâncias simples** – substâncias cujas moléculas são formadas por átomos de um único elemento químico. Exemplos: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , S_8 , P_4 .
- **Substâncias compostas** – substâncias cujas moléculas são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos. Exemplos: H_2O , CO_2 , CH_4 , $NaCl$, $CaCl_2$, $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$.
- **Substâncias mistas** – substâncias cujas moléculas são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos, mas que não são substâncias puras. Exemplos: H_2O , CO_2 , CH_4 , $NaCl$, $CaCl_2$, $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$.

Classificação das substâncias

As substâncias são classificadas em simples e compostas. As substâncias simples são aquelas que são formadas por átomos de um único elemento químico. As substâncias compostas são aquelas que são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos. As substâncias mistas são aquelas que são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos, mas que não são substâncias puras.

Exercícios

1. Classifique as seguintes substâncias em simples ou compostas: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , S_8 , P_4 , H_2O , CO_2 , CH_4 , $NaCl$, $CaCl_2$, $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$.

2. Classifique as seguintes substâncias em simples ou compostas: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , S_8 , P_4 , H_2O , CO_2 , CH_4 , $NaCl$, $CaCl_2$, $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$.

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL

Exercícios

1. Classifique as seguintes substâncias em simples ou compostas: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , S_8 , P_4 , H_2O , CO_2 , CH_4 , $NaCl$, $CaCl_2$, $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$.

2. Classifique as seguintes substâncias em simples ou compostas: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , S_8 , P_4 , H_2O , CO_2 , CH_4 , $NaCl$, $CaCl_2$, $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$.

USE O QUE APRENDEU

Trata-se de uma lista de exercícios um pouco diferente da usual. A maioria dos exercícios deste livro pretende relacionar os conceitos estudados à sua aplicação em problemas práticos. Conhecimento não é para ser guardado. É para ser usado!

Exercícios

1. Agente especial da polícia federal foi enviado para investigar um crime. Ele encontrou uma substância que parecia ser uma substância simples. Ele decidiu fazer um teste para verificar se era realmente uma substância simples. Ele fez um teste de combustão e observou que a substância se queimava com uma chama azul. Ele concluiu que a substância era uma substância simples. Qual é a substância?

2. Um cientista descobriu uma nova substância. Ele decidiu fazer um teste para verificar se era realmente uma substância simples. Ele fez um teste de combustão e observou que a substância se queimava com uma chama azul. Ele concluiu que a substância era uma substância simples. Qual é a substância?

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

Apresenta exercícios que envolvem diferentes formas de expressão, como esquemas, tabelas, gráficos, desenhos, cartazes, *slogans*, texto jornalístico, encenações, charges, tirinhas etc.

Exercícios

1. Faça um cartaz sobre a importância da água para a vida. Use imagens, desenhos e textos para explicar a importância da água para a vida.

2. Faça um cartaz sobre a importância da água para a vida. Use imagens, desenhos e textos para explicar a importância da água para a vida.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

Nessa seção, você vai aprender coisas novas que estão associadas ao que foi inicialmente apresentado na seção *Motivação*.

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS: MAPA CONCEITUAL

Os mapas conceituais são um modo organizado de relacionar os conceitos aprendidos. Logo, você se acostumará com eles e verá como o ajudam a estudar e a perceber as conexões entre os novos conhecimentos adquiridos.

USE O QUE APRENDEU

Trata-se de uma lista de exercícios um pouco diferente da usual. A maioria dos exercícios deste livro pretende relacionar os conceitos estudados à sua aplicação em problemas práticos. Conhecimento não é para ser guardado. É para ser usado!

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

Apresenta exercícios que envolvem diferentes formas de expressão, como esquemas, tabelas, gráficos, desenhos, cartazes, *slogans*, texto jornalístico, encenações, charges, tirinhas etc.

Para fazer no seu caderno

Sugere atividades para você utilizar o que aprendeu e registrar suas conclusões no caderno. Essas atividades o ajudarão a aprender melhor o que está estudando.

Para discussão em grupo

Apresenta temas para você discutir com seus colegas. Aprender a trocar ideias e a respeitar as opiniões das pessoas é fundamental para a vida em sociedade.

Use a internet

Sugere buscas ou visitas a páginas da internet, que trazem informações complementares aos assuntos que você está estudando.

Curiosidades

Com títulos diversos, apresenta curiosidades sobre os temas, entre elas a origem de algumas palavras (*Saiba de onde vêm as palavras*).

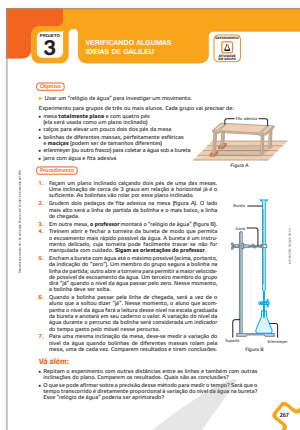
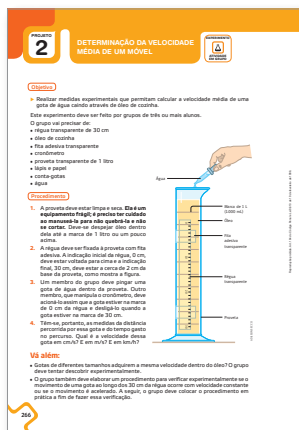


[illegible]

Sempre é possível aprender mais. Não pensando em provas ou em “passar de ano”, mas porque aprender é agradável e nos permite conhecer melhor as coisas que acontecem conosco e ao nosso redor. Nessa seção, há recados que procuram incentivar a continuidade do aprendizado.

 Atividade também vinculada aos *blogs* de Ciências da Natureza criados pelas equipes. Os quadros com o título *Amplie o vocabulário!* aparecem ao longo de todo o livro e destacam palavras cujo significado deve ser compreendido pelo estudante e incorporado ao seu vocabulário. Sugere-se que a classe discuta o significado de cada palavra e que, com a supervisão do professor, o significado das palavras seja esclarecido. A seguir, as palavras e seu significado devem ser publicados no *blog* da equipe. A critério do professor, esse material, devido à sua riqueza cultural e utilidade para consultas e retomadas, pode ser relacionado em cartazes, em fichas ou nas páginas finais do caderno de cada aluno. Ao longo do ano, a lista de palavras vai aumentando e o vocabulário da turma também.

A classe é dividida em equipes, segundo critérios do professor. Cada equipe fica incumbida de criar e manter um *blog* sobre Ciências da Natureza. Essa atividade estimula a pesquisa de informações sobre temas de relevância (em jornais, revistas, livros, enciclopédias, internet e outras fontes), seguida da leitura e da seleção do material para postar no *blog*, bem como da discussão sobre o material publicado. A atividade desenvolve competências referentes ao acesso e ao tratamento de informações, à discussão em grupo, à cooperação e à interação com os colegas. Frequentemente, os temas escolhidos favorecem reflexões que podem produzir mudanças benéficas de atitude.



SUPLEMENTO DE PROJETOS



O **Suplemento de projetos**, no final do livro, apresenta propostas de atividades que os alunos poderão realizar sob a supervisão do professor. Tais atividades ajudarão o estudante a ampliar sua compreensão de conteúdos estudados no livro.

Sumário

UNIDADE A

CAPÍTULO 1

REAÇÕES QUÍMICAS E TEORIA ATÔMICA DE DALTON

Motivação	14
Desenvolvimento do tema	15
1. Recordando mudanças de fase da água	15
2. Temperatura de fusão (TF) e temperatura de ebulição (TE)	16
3. Densidade	17
4. Substâncias químicas <i>versus</i> misturas	18
5. Recordando o que é reação química	19
6. Substâncias simples e substâncias compostas	22
7. A Lei da Conservação da Massa	23
8. A Lei das Proporções Constantes	24
9. A Teoria Atômica de Dalton	25
10. Símbolos e fórmulas	26
11. Equação química	28
12. Explicação para as Leis de Lavoisier e de Proust	29
Organização de ideias: mapa conceitual	30
Explore diferentes linguagens	31
Seu aprendizado não termina aqui	36

CAPÍTULO 2

CARGAS ELÉTRICAS E MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

Motivação	38
Desenvolvimento do tema	38
1. Eletricidade	38
2. Cargas elétricas	38
3. Eletrização por atrito	40

4. Condutores elétricos e isolantes elétricos	41
5. Eletrização por contato	42
6. Aterramento de um objeto	42
7. Descargas elétricas no ar	43
8. Modelo atômico de Rutherford	44
9. Elemento químico e número atômico	46
10. A tabela periódica	47
11. Isótopos	50
Organização de ideias: mapa conceitual	51
Use o que aprendeu	52
Explore diferentes linguagens	54
Seu aprendizado não termina aqui	55

CAPÍTULO 3

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E MODELO ATÔMICO DE BOHR

Motivação	57
Desenvolvimento do tema	57
1. Ondas	57
2. Ondas: mecânicas <i>versus</i> eletromagnéticas	58
3. Características e aplicações das ondas eletromagnéticas	59
4. Modelo atômico de Bohr	64
5. Algumas aplicações do modelo de Bohr	66
6. Distribuição eletrônica nas camadas	68
7. Distribuição eletrônica e tabela periódica	69
Organização de ideias: mapa conceitual	70
Use o que aprendeu	71
Seu aprendizado não termina aqui	71
Isso vai para o nosso <i>blog!</i> – Os elementos químicos	72

UNIDADE B

CAPÍTULO 4

LIGAÇÕES QUÍMICAS

Motivação	75
Desenvolvimento do tema	76
1. Tipos de substâncias que estudaremos	76
2. Gases nobres e regra do octeto	76
3. Ligação iônica	78
4. Ligação covalente	80
5. Ligação metálica	82
6. Comparação entre os tipos de substâncias	83
Organização de ideias: mapa conceitual	88
Use o que aprendeu	89
Explore diferentes linguagens	93
Seu aprendizado não termina aqui	93

CAPÍTULO 5

ACÚSTICA

Motivação	95
Desenvolvimento do tema	96
1. Som e ondas sonoras	96
2. Propriedades do som	97
3. Instrumentos musicais	100
4. Velocidade do som no ar	103
Motivação	104
Desenvolvimento do tema	104
5. O som não se propaga apenas no ar	104
6. Reflexão e absorção do som. Eco	105
7. Ultrassom e infrassom	106
Organização de ideias: mapa conceitual	108
Use o que aprendeu	108

Explore diferentes linguagens	110
Seu aprendizado não termina aqui	111

CAPÍTULO 6

ÓPTICA

Motivação	113
Desenvolvimento do tema	114
1. Conceitos introdutórios à Óptica	114
2. As componentes da luz branca	115
3. Cores primárias de luz	116
4. Cores primárias de luz e visão	117
5. Cores primárias de corantes	118
6. Reflexão, refração e absorção	120
Motivação	121
Desenvolvimento do tema	121
7. A formação das sombras	121
Motivação	122
Desenvolvimento do tema	123
8. Imagens em espelhos planos	123
Motivação	125
Desenvolvimento do tema	125
9. Imagens em espelhos convexos	125
10. Imagens em espelhos côncavos	125
Motivação	126
Desenvolvimento do tema	127
11. Refração da luz	127
Organização de ideias: mapa conceitual	128
Use o que aprendeu	129
Explore diferentes linguagens	129
Seu aprendizado não termina aqui	133
Isso vai para o nosso blog! – Importância das radiações eletromagnéticas	134

Sumário

UNIDADE C

CAPÍTULO 7

CINEMÁTICA

Motivação	137
Desenvolvimento do tema	138
1. Algumas contribuições de Galileu Galilei	138
2. Conceitos introdutórios à Mecânica	138
3. Velocidade média	140
4. Velocidade instantânea	141
5. Movimento uniforme e movimento variado	142
6. Aceleração	142
7. Queda livre	143
8. Aceleração da gravidade	144
Organização de ideias: mapa conceitual	146
Use o que aprendeu	147
Explore diferentes linguagens	148
Seu aprendizado não termina aqui	150

CAPÍTULO 8

DINÂMICA

Motivação	152
Desenvolvimento do tema	152
1. Massa: uma abordagem inicial	152
2. Grandezas escalares	153
3. Grandezas vetoriais	153
4. Força	155
Motivação	156
Desenvolvimento do tema	157
5. Primeira Lei de Newton	157
6. Segunda Lei de Newton	158
7. Força peso	160

Motivação	161
Desenvolvimento do tema	162
8. Força de tração	162
9. Medida da força peso	163
Motivação	165
Desenvolvimento do tema	165
10. Terceira Lei de Newton	165
Organização de ideias: mapa conceitual	168
Use o que aprendeu	168
Explore diferentes linguagens	170
Seu aprendizado não termina aqui	171

CAPÍTULO 9

GRAVITAÇÃO

Motivação	173
Desenvolvimento do tema	173
1. O conceito de força centrípeta	173
2. Força centrípeta e objetos em órbita	176
3. A Lei da Gravitação Universal	178
4. Geocentrismo versus heliocentrismo	178
5. Os planetas e o Sistema Solar	182
6. Sol, a nossa estrela	185
7. Galáxias	188
8. Sol e outras estrelas	190
9. Ciclo de vida das estrelas	194
Organização de ideias: mapa conceitual	197
Use o que aprendeu	197
Explore diferentes linguagens	198
Seu aprendizado não termina aqui	198
Isso vai para o nosso blog! – Astronomia e Astronáutica	199

UNIDADE D

CAPÍTULO 10

GENÉTICA E HEREDITARIEDADE

Motivação	202
Desenvolvimento do tema	202
1. Mendel e as ervilhas	202
2. Material genético	205
3. Cromossomos homólogos e número haploide	207
4. Cromossomos e reprodução humana	208
5. O que é Genética?	210
6. Alelos localizam-se em cromossomos homólogos	210
7. Genótipo	211
8. Fenótipo e influência do ambiente	212
9. Hereditariedade em humanos	215
10. Os grupos sanguíneos	216
11. Parecidos, mas geralmente diferentes!	217
12. Cromossomos sexuais	218
13. Doenças hereditárias e aneuploidia	219
Organização de ideias: mapa conceitual	222
Use o que aprendeu	222
Explore diferentes linguagens	223
Seu aprendizado não termina aqui	224

CAPÍTULO 11

EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS

Motivação	226
Desenvolvimento do tema	226
1. Fósseis: registros do passado	226
2. O conceito de evolução	227
3. A explicação lamarckista para a evolução	228
4. A explicação darwinista para a evolução	228
5. Como se formam novas espécies?	229

6. Evolução não é um processo individual	230
7. Darwin inspirou-se na seleção artificial	231
8. Árvores filogenéticas	232
9. A origem da vida	236

Organização de ideias: mapa conceitual

Use o que aprendeu

Explore diferentes linguagens

Seu aprendizado não termina aqui

CAPÍTULO 12

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Motivação	247
Desenvolvimento do tema	249
1. Desenvolvimento sustentável	249
2. Ação humana e desequilíbrios ambientais	250
3. A importância das unidades de conservação	252
4. Recursos renováveis e recursos não renováveis	253
5. Ameaça aos recursos renováveis	256
6. O crescimento da população humana	256
Organização de ideias: mapa conceitual	260
Use o que aprendeu	260
Explore diferentes linguagens	260
Seu aprendizado não termina aqui	261
Isso vai para o nosso blog! – As soluções começam conosco!	262

ALGUMAS PALAVRAS FINAIS AO ESTUDANTE

SUPLEMENTO DE PROJETOS

BIBLIOGRAFIA

Abertura da unidade A

Nesta unidade, os estudantes conhecerão alguns modelos atômicos e o conceito de elemento químico.

Diversas das habilidades da unidade temática **Matéria e energia** da BNCC, referentes ao 9º ano, têm seu desenvolvimento vinculado a esta unidade, sendo que o desenvolvimento de algumas delas prossegue na unidade B.

Aproveite a pergunta formulada nessa página para sondar as concepções prévias dos estudantes. A luz emitida pelos vaga-lumes deve-se ao retorno de elétrons (previamente excitados por ocorrência de uma reação química) ao estado fundamental. Retome essa abertura ao final do capítulo 3, estimulando os alunos a reavaliar e reformular suas respostas.

UNIDADE

A

CATHY KEIFERSHUTTERSTOCK



Como é possível que os vaga-lumes emitam luz? (O vaga-lume dessa foto mede 2 cm de comprimento.)

12

UNIDADE A

Material digital

Consulte o **Plano de desenvolvimento** para auxiliá-lo no planejamento da Unidade A, que corresponde ao 1º bimestre do ano letivo. Consulte também as **Sequências didáticas** propostas para o bimestre.

REAÇÕES QUÍMICAS E TEORIA ATÔMICA DE DALTON

INU/SHUTTERSTOCK

A formação da ferrugem é um exemplo de reação química. Diversas outras reações químicas ocorrem conosco e ao nosso redor cotidianamente.

Muitas delas são presenciadas pelo ser humano desde tempos imemoriais. Contudo, o verdadeiro entendimento das reações químicas só aconteceu a partir do século XVIII.

Principais conteúdos conceituais

- Retomada de temperatura de fusão, temperatura de ebulição e densidade, algumas das propriedades que caracterizam substâncias
- Distinção entre substância e mistura de substâncias
- Transformação química
- Reagentes e produtos
- Lei de Lavoisier
- Lei de Proust
- Teoria Atômica de Dalton
- Elementos químicos e seus símbolos *versus* substâncias químicas e suas fórmulas
- Equação química

Esse capítulo se inicia com a retomada de alguns conceitos trabalhados no volume do 6º ano, de modo a propiciar a **todos** os estudantes, inclusive aos que porventura não estudaram esses temas anteriormente, os pré-requisitos ao estudo do modelo atômico de Dalton.

A partir da conceituação macroscópica de reação química, o capítulo trabalha o que é reação de decomposição e, com isso, distingue substância simples e substância composta do ponto de vista macroscópico. Num passo seguinte, mostra a Lei de Lavoisier (conservação da massa) e a Lei de Proust (proporções constantes) como generalizações de fatos experimentais.

O texto *Em destaque* da página 25 permite aos alunos entender a diferença entre *lei* e *teoria*, possibilitando discutir, na sequência, que a Teoria Atômica de Dalton é uma proposta para explicar as leis de Lavoisier e Proust.

A seguir, o capítulo relata a composição de algumas substâncias, conduzindo à percepção de que a fórmula de uma substância expressa a sua composição, e explica a utilização de equações químicas para representar reações.

Os estudantes têm, ao final do capítulo, uma primeira aproximação ao conceito de elemento químico, que será revisitado e aprimorado no capítulo seguinte.

Motivação

Capacitar o aluno a ler e interpretar textos relacionados à ciência é uma das metas do curso de Ciências da Natureza.

Nos capítulos em que há textos de abertura na seção *Motivação*, é importante que eles sejam lidos em voz alta, em sala, e que cada uma de suas passagens seja comentada e explicada.

Preste atenção especial às palavras cujo significado os estudantes porventura não conheçam.

A leitura e a interpretação dos textos de outras fontes, presentes nesta obra, auxilia os estudantes a compreender que a aquisição de informações de textos escritos requer leitura atenta, capacidade de concentração (foco) e cuidadosa interpretação.

Trata-se de conteúdo procedimental e, portanto, é a prática continuada que aprimora significativamente a capacitação do leitor.

Conteúdo atitudinal sugerido

- Interessar-se pelas ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender melhor o mundo que nos cerca.

Essa é uma atitude que se pretende desenvolver ao longo de todo o curso de Ciências Naturais. Esse capítulo ilustra a importância prática das ideias científicas e permite que, desde o texto da seção *Motivação*, se trabalhe com os estudantes a relevância dessa atitude.

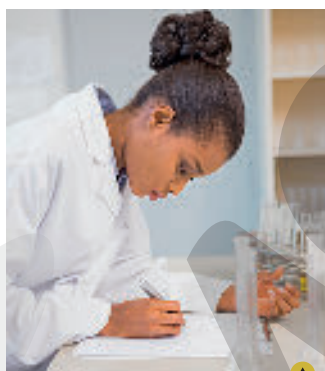


ATIVIDADE

Certifique-se de ter lido direito

Procure no dicionário qualquer palavra cujo significado não conheça.

WAVEBREA/MEDIA/SHUTTERSTOCK



Pesquisas químicas resultam em inúmeras aplicações benéficas para a sociedade, algumas das quais são comentadas no texto desta página. Na foto, química fazendo anotações em laboratório.

MOTIVAÇÃO

Em destaque

Por que estudar Química?

“A Química está no centro de muitos assuntos de interesse público, como a melhoria de assistência médica, a conservação de recursos naturais, a proteção ao meio ambiente e o fornecimento de energia necessária para manter a sociedade funcionando. Com a Química, descobrimos e temos continuamente melhorado fármacos, fertilizantes, pesticidas, plásticos, painéis solares, LEDs e materiais de construção. Também descobrimos que algumas substâncias químicas são potencialmente prejudiciais à saúde ou ao ambiente. Isso significa que devemos nos certificar de que os materiais com os quais entramos em contato são seguros. Como cidadão e consumidor, é interessante que você entenda os efeitos, tanto positivos quanto negativos, que os produtos químicos podem ter, além de ser importante que tenha um visão equilibrada a respeito dos usos que se podem fazer deles. [...]

Quem são os químicos e o que eles fazem? As pessoas que são graduadas em Química assumem diversas funções na indústria, no governo e na universidade. As que vão para a indústria trabalham em laboratórios, desenvolvendo novos produtos (pesquisa e desenvolvimento), analisando materiais (controle de qualidade), ou auxiliando os clientes na utilização dos produtos (vendas e serviços). Aquelas com mais experiência ou treinamento podem se tornar gerentes ou diretores. Os químicos como força de trabalho científica são peças-chave em governos (institutos nacionais de saúde, departamentos de energia e agência de proteção ambiental empregam químicos) e universidades. Além disso, uma graduação em Química prepara pessoas que queiram desenvolver uma carreira em ensino, [...] pesquisa biomédica, ciência da informação, trabalhos associados ao meio ambiente, vendas técnicas, agências reguladoras governamentais e direito de patentes.

Fundamentalmente, os químicos desempenham três papéis:

- (1) produzem novos tipos de matéria: materiais, substâncias ou combinações de substâncias com propriedades desejadas;
- (2) medem as propriedades da matéria;
- (3) desenvolvem modelos que explicam e/ou preveem as propriedades da matéria.

Um químico, por exemplo, pode trabalhar em um laboratório, buscando descobrir novos fármacos. Outro pode concentrar-se no desenvolvimento de instrumentos que meçam as propriedades da matéria em nível atômico. Outros químicos podem, ainda, utilizar materiais e métodos existentes para entender como os poluentes se deslocam no meio ambiente ou como os medicamentos são processados no corpo. Por fim, outro químico irá desenvolver uma teoria, escrever um código computacional e executar simulações de computador que ajudarão a entender como as moléculas se movem e reagem. A empresa [empregadora, atuação] química coletiva é uma mistura rica de todas essas atividades.”

Fonte: T. L. Brown et al. *Química: a ciência central*. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016. p. 5-6.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Recordando mudanças de fase da água

Iniciamos este capítulo revisando alguns conceitos de grande importância para o estudo de Ciências no 9º ano. Neste item, vamos relembrar as mudanças que a água pode sofrer entre as fases sólida, líquida e gasosa.

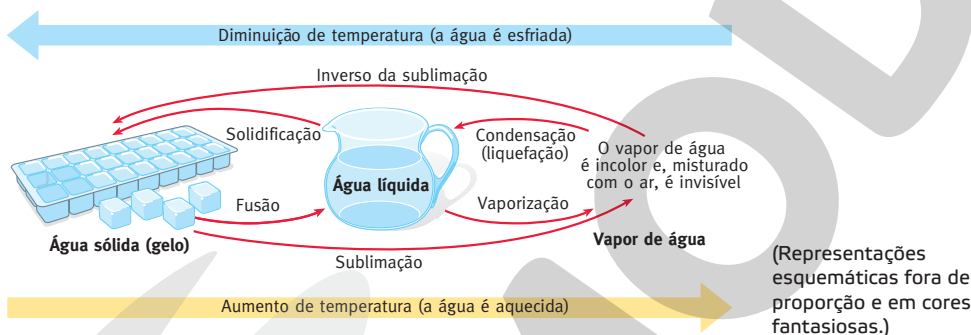
A figura A, ao lado, ilustra um recipiente de vidro contendo cubos de gelo que acabaram de ser retirados do *freezer* e estão a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (isto é, $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ abaixo de zero). A sala está localizada ao nível do mar e sua temperatura é de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Observando atentamente a indicação do termômetro para monitorar a temperatura do conteúdo do frasco, com o passar do tempo verifica-se que ela sobe gradualmente até chegar a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nessa temperatura, o gelo começa a derreter e, enquanto não derrete completamente, a temperatura não se altera, permanecendo no valor constante de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após todo o gelo derreter, a temperatura volta a subir gradualmente até chegar a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, a mesma da sala. A partir daí, ela se mantém constante.

A seguir, em uma segunda parte do experimento, essa água líquida a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ é aquecida com o auxílio da aparelhagem mostrada na figura B. Notamos que a temperatura sobe gradualmente até $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, quando a água entra em ebulição. Enquanto a água permanece em ebulição, a temperatura mantém-se constante em $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

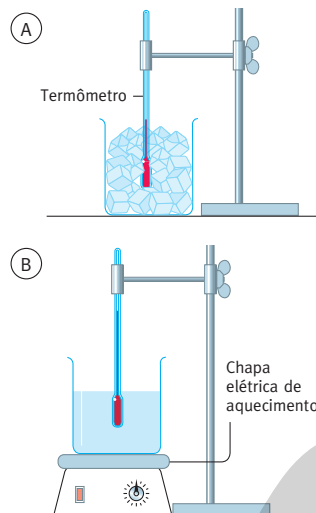
Inicialmente, a água estava na **fase sólida**. Posteriormente, passou para a **fase líquida** e, finalmente, para a **fase gasosa**. As **mudanças de fase** (que alguns também denominam **mudanças de estado físico**) recebem nomes conforme mostra o esquema a seguir:

Esquema de mudanças de fase da água



A **vaporização**, passagem da fase líquida para a gasosa, pode ocorrer de forma lenta, na temperatura ambiente e sem a formação de bolhas, como no caso de uma roupa secando no varal. Nesse caso, a vaporização é denominada **evaporação**.

A vaporização também pode acontecer com a formação de bolhas durante o aquecimento do líquido. Nesse caso, é chamada **ebulição** (popularmente, *fervura*). A água, ao nível do mar, sofre ebulição na temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.



(Representações esquemáticas fora de proporção e em cores fantasiosas.)

ATENÇÃO!

Por razão de segurança, para realizar qualquer experimento de Química você deve ter a **AUTORIZAÇÃO** e a **SUPERVISÃO** de seu professor.

De olho na BNCC!

• EF09CI01

“Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.”

Essa habilidade é desenvolvida nos capítulos 1 e 4.

Neste capítulo 1, os estudantes retomarão as mudanças de estado físico (mudanças de fase) e sua nomenclatura. Isso já foi abordado no volume do 6º ano (pois era necessário para caracterizar *substância química* e desenvolver habilidades como EF06CI01, EF06CI02 e EF06CI12) e é **retrabalhado** integralmente aqui para que **todos** os estudantes **tenham acesso aos pré-requisitos** para o restante do desenvolvimento da habilidade EF09CI01, no capítulo 4.

Os estudantes perceberão, neste capítulo, que as temperaturas de fusão e de ebulição possibilitam fazer previsões sobre o estado físico de uma substância em função da temperatura (quando submetida à mesma pressão à qual se referem os dados de temperatura de fusão e de ebulição considerados).

Algumas atividades deste capítulo envolvem situações em que os alunos devem utilizar os conceitos adquiridos em contextos ligados a aplicações práticas (por exemplo, atividades 1 a 11 do *Explore diferentes linguagens*).

No capítulo 4, os aspectos submicroscópicos dessa habilidade serão desenvolvidos, e os estudantes serão capazes de usar modelos para explicar e representar mudanças de estado físico.

Auxilie os estudantes na compreensão leitora

Saliente aos alunos que, ao ler e estudar, os títulos frequentemente expressam ideias importantes do texto em estudo. Neste capítulo, por exemplo, algumas das ideias-chave aparecem resumidas nos títulos.

Além disso, palavras, expressões ou ideias destacadas em *itálico* ou em **negrito**, no texto, também enfatizam pontos que merecem muita atenção do leitor.

Atividades

Ao final do item 2, já podem ser trabalhadas as atividades 1 a 11 do *Explore diferentes linguagens*.

Amplie o vocabulário!

Veja, na primeira parte deste Manual do Professor, comentário sobre a finalidade pedagógica da seção *Amplie o vocabulário!* e sobre como desenvolvê-la.

Além dos termos apresentados ao longo do livro, é conveniente que você acrescente ao vocabulário qualquer outro que julgar oportuno.

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

temperatura de fusão Temperatura constante em que uma substância sólida sofre fusão, quando aquecida a pressão constante.

temperatura de ebulição Temperatura constante em que uma substância líquida sofre ebulição, quando aquecida a pressão constante.

Temperatura de fusão (TF) e temperatura de ebulição (TE) de algumas substâncias, em graus Celsius (°C) (ao nível do mar)		
Substância	TF	TE
Tungstênio	3.414	5.555
Platina	1.768	3.825
Ferro	1.538	2.861
Cobre	1.085	2.560
Ouro	1.064	2.836
Prata	962	2.162
Cloreto de sódio	801	1.465
Alumínio	660	2.519
Chumbo	327	1.749
Iodo	114	184
Enxofre	95	445
Naftaleno	80	218
Benzeno	6	80
Água	0	100
Bromo	-7	59
Mercúrio	-39	357
Amônia	-78	-33
Metanol	-98	65
Cloro	-102	-34
Etanol	-114	78
Metano	-182	-162
Flúor	-220	-188
Nitrogênio	-210	-196
Oxigênio	-219	-183
Hidrogênio	-259	-253

Fonte: W. M. Haynes (Ed.). CRC handbook of Chemistry and Physics. 92. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 3-4ss e 4-44ss.

2 Temperatura de fusão (TF) e temperatura de ebulição (TE)

Conforme evidenciam os fatos mostrados no item anterior, a fusão da água sólida, ao nível do mar, ocorre à temperatura fixa de 0 °C. Essa é a *temperatura de fusão* da água. A ebulição da água também ocorre a uma temperatura constante, que é de 100 °C ao nível do mar. Essa é a *temperatura de ebulição* da água.

A **temperatura de fusão** (TF) é uma temperatura característica na qual determinada substância sofre fusão (durante o aquecimento) ou solidificação (durante o resfriamento), a pressão constante. É também denominada **ponto de fusão** (PF).

A **temperatura de ebulição** (TE) é uma temperatura característica na qual determinada substância sofre ebulição (durante o aquecimento) ou liquefação (durante o resfriamento), a pressão constante. Também é conhecida como **ponto de ebulição** (PE).

No aquecimento ou no resfriamento de determinada substância, realizado a pressão constante, a temperatura permanece **constante** enquanto uma mudança de fase estiver se processando.

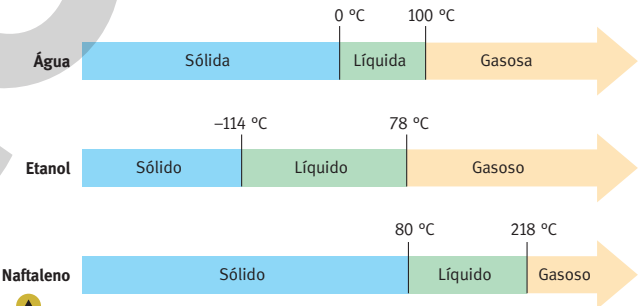
A temperatura de ebulição das substâncias pode variar bastante, dependendo da pressão atmosférica do local em que o experimento é feito (já a temperatura de fusão varia menos intensamente). A pressão atmosférica, por sua vez, varia sensivelmente com a altitude do local.

Vamos considerar subentendido, de agora em diante, que todos os dados relativos à ebulição e à fusão referem-se ao nível do mar (veja exemplos na tabela ao lado).

Aplicação dos conceitos de TF e TE

Uma utilidade de saber a temperatura de fusão e a de ebulição de determinada substância é poder prever as faixas de temperatura em que a substância é sólida, líquida ou gasosa.

Exemplifiquemos no esquema a seguir com a água, o etanol e o naftaleno (consulte TF e TE dessas substâncias na tabela ao lado).



Esquemas das faixas de temperatura em que água, etanol e naftaleno são sólidos, líquidos ou gasosos.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- temperatura de fusão
- temperatura de ebulição

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

3 Densidade

Considere quatro pedaços do metal alumínio com diferentes tamanhos (ou seja, diferentes volumes), todos à temperatura de 25 °C. Os volumes desses pedaços são 1 cm³, 2 cm³, 100 cm³ e 1.000 cm³. Utilizando uma balança, verifica-se que:

1 cm ³ de alumínio tem massa	2,70 g;
2 cm ³ de alumínio têm massa	5,40 g;
100 cm ³ de alumínio têm massa	270 g;
1.000 cm ³ de alumínio têm massa	2.700 g.

A razão entre massa e volume para o alumínio é:

$$\frac{2,70 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = \frac{5,40 \text{ g}}{2 \text{ cm}^3} = \frac{270 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = \frac{2.700 \text{ g}}{1.000 \text{ cm}^3} = 2,70 \text{ g/cm}^3$$

O resultado obtido (2,70 g/cm³) é a **densidade do alumínio**, grandeza que informa quanto de massa existe em certo volume.

Para pedaços do metal chumbo, também a 25 °C, verifica-se que:

1 cm ³ de chumbo tem massa	11,3 g;
2 cm ³ de chumbo têm massa	22,6 g;
100 cm ³ de chumbo têm massa	1.130 g;
1.000 cm ³ de chumbo têm massa	11.300 g.

Assim, para o chumbo, temos:

$$\frac{11,3 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = \frac{22,6 \text{ g}}{2 \text{ cm}^3} = \frac{1.130 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = \frac{11.300 \text{ g}}{1.000 \text{ cm}^3} = 11,3 \text{ g/cm}^3$$

A **densidade do chumbo** (11,3 g/cm³) é, portanto, diferente da densidade do alumínio. Um centímetro cúbico de chumbo tem maior massa que um centímetro cúbico de alumínio.

Em palavras: A densidade de um objeto ou de uma amostra de certo material ou substância é o resultado da divisão da sua massa pelo seu volume.

Em equação: $\text{densidade} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$ ou $d = \frac{m}{V}$

A unidade da densidade é composta de uma **unidade de massa dividida por uma unidade de volume**, por exemplo, em g/cm³, g/L, kg/L etc. Para a água líquida, a 25 °C, verifica-se que:

1 cm ³ de água tem massa	1 g;
2 cm ³ de água têm massa	2 g;
100 cm ³ de água têm massa	100 g;
1.000 cm ³ de água têm massa	1.000 g.

Assim, a **densidade da água líquida**, a 25 °C, é 1 g/cm³.

A densidade de um mesmo material **depende da temperatura**. Uma mudança de temperatura provoca a dilatação (aumento de volume) ou a contração (diminuição de volume) do material, e isso interfere no valor da densidade. Alguns valores de densidade, a 25 °C, são apresentados na tabela ao lado.

As mudanças de fase provocam mudanças na densidade de uma substância. A água líquida, por exemplo, tem densidade 1 g/cm³, e a água sólida (gelo) tem densidade 0,92 g/cm³.

Densidade de algumas substâncias

Substância	Densidade (g/cm ³) a 25 °C
Ósmio	22,6
Platina	21,5
Ouro	19,3
Mercurio	13,5
Chumbo	11,3
Prata	10,5
Cobre	8,96
Ferro	7,87
Iodo	4,93
Alumínio	2,70
Cloro de sódio	2,17
Enxofre	2,07
Água	1,00
Sódio	0,97
Lítio	0,53

Fonte: W. M. Haynes (Ed.). *CRC handbook of Chemistry and Physics*. 92. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 4-44ss e 15-42ss.

Atividades

Após trabalhar o item 3 em sala de aula, proponha aos estudantes as atividades 12 a 16 da seção *Explore diferentes linguagens*.

Item 4

Note que, neste item, **substância** é caracterizada macroscopicamente (isto é, por suas propriedades macroscópicas) e não por meio da constituição em nível atômico-molecular.

Perceba, ainda, que a distinção entre substância pura e mistura também é feita do ponto de vista macroscópico, deixando o nível submicroscópico para o item 10.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

densidade Relação (divisão) entre a massa e o volume de uma substância, um material ou um objeto.

substância química Porção de matéria que tem propriedades que lhe são características, tais como temperatura de fusão, temperatura de ebulição e densidade.

mistura Reunião de duas ou mais substâncias diferentes.

IDEA TANKSHUTTERSTOCK



A substância água, líquido incolor com TF = 0 °C, TE = 100 °C, d = 1,0 g/cm³.



A substância enxofre, sólido amarelo com TF = 95 °C, TE = 445 °C, d = 2,07 g/cm³.

SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK



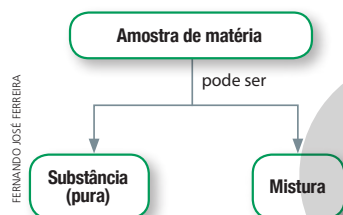
A substância ferro, sólido cinza-metálico com TF = 1.538 °C, TE = 2.861 °C, d = 7,87 g/cm³.

SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK



A substância cloreto de sódio, sólido branco com TF = 801 °C, TE = 1.465 °C, d = 2,17 g/cm³.

TAA225/HUTTERSTOCK



FERNANDO JOSÉ FERREIRA

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- densidade
- substância química
- mistura

4 Substâncias químicas versus misturas

Neste capítulo e nos três seguintes, são apresentados alguns temas fundamentais da **Química**, ciência que se ocupa fundamentalmente de estudar:

- a composição das *substâncias químicas*;
- as propriedades das *substâncias químicas*;
- as transformações que as *substâncias químicas* podem sofrer para formar outras substâncias químicas e as condições necessárias para favorecer ou impedir tais transformações.

Os químicos consideram que **uma substância é uma porção de matéria que tem propriedades bem definidas e que lhe são características**. Entre essas propriedades estão a temperatura de fusão (TF), a temperatura de ebulição (TE), a densidade (d), o fato de ser inflamável ou não, a cor etc.

Duas substâncias diferentes podem, eventualmente, possuir algumas propriedades iguais, mas nunca todas elas.

A água possui densidade 1,0 g/cm³, e o cloreto de sódio (principal constituinte do sal de cozinha), 2,17 g/cm³. Ao acrescentar cloreto de sódio à água e mexer, obtém-se uma mistura cuja densidade é diferente das substâncias misturadas.

Verifica-se experimentalmente que uma mistura de água e cloreto de sódio, colocada num congelador, não congela a 0 °C. Essa mistura inicia seu congelamento abaixo de 0 °C (o valor exato depende do teor de sal), e a temperatura não permanece constante durante o congelamento, mas diminui gradualmente.

Quando aquecida, verifica-se que essa mistura não entra em ebulição a 100 °C. Ela começa a ferver acima de 100 °C (o valor exato depende do teor de sal), e a temperatura não permanece constante durante a ebulição, mas aumenta progressivamente.

Uma **substância pura**, como o próprio nome diz, está pura, ou seja, não está misturada com outra substância ou com outras substâncias. Em geral, quando um químico se refere à **substância** água, por exemplo, ele está deixando subentendido que se refere à **substância pura** água.

Já uma **mistura** é a reunião de duas ou mais substâncias puras. A partir do momento em que elas são reunidas, deixam obviamente de ser consideradas substâncias puras. Elas passam a ser as **substâncias componentes** da mistura.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Aproveite a oportunidade propiciada pelo quadro *Refleta sobre suas atitudes* dessa página para enfatizar **atitudes de segurança** que as famílias devem observar quanto a materiais inflamáveis.

5 Recordando o que é reação química

Quando uma ou mais substâncias transformam-se em uma ou mais substâncias diferentes, essa transformação é denominada **reação química**, ou **transformação química**.

Em outras palavras, **reação química é um processo em que novas substâncias são formadas a partir de outras**. Para saber se houve uma reação química, precisamos comparar as propriedades das substâncias presentes antes e depois da ocorrência da reação química.

Considere, por exemplo, que uma lata de alumínio vazia seja amassada. A substância inicialmente presente, o alumínio, possui exatamente as mesmas propriedades da substância presente no final, que também é o alumínio. Amassar a lata não é, portanto, uma transformação química, já que nenhuma nova substância foi formada.

Quando um objeto cai, uma folha de papel é rasgada, uma porção de areia é misturada à água, um giz é esmagado até virar pó e um prego é fincado na madeira, estamos diante de exemplos de transformações que **não** são reações químicas.

Exemplo de reação química: combustão do etanol

A combustão (queima) do etanol (álcool comum) é um exemplo de reação química. Para que ocorra, é necessária a presença de gás oxigênio (por exemplo, do ar). Ambas as substâncias (etanol e oxigênio) transformam-se, durante a combustão, em duas novas substâncias: água e gás carbônico (também chamado dióxido de carbono; é o mesmo gás que forma as bolhas nos refrigerantes). É um exemplo de **reação química**.

Em equação: etanol + gás oxigênio $\rightarrow$ gás carbônico + água

Nessa representação da combustão do etanol, os sinais de mais (+) podem ser lidos como “e”. A seta ($\rightarrow$) pode ser lida como “**reagem, formando**”.

Em palavras: O etanol e o gás oxigênio reagem, formando gás carbônico e água.

Os químicos identificam essas substâncias por meio de suas propriedades. Veja algumas dessas propriedades:

	etanol	+	gás oxigênio	$\rightarrow$	gás carbônico	+	água
Temperatura de ebulição	78 °C		-183 °C		-78 °C*		100 °C
Estado físico a 25 °C	líquido		gasoso		gasoso		líquido
Densidade a 25 °C	0,79 g/cm ³		0,0013 g/cm ³		0,0018 g/cm ³		1,0 g/cm ³
Cor	incolor		incolor		incolor		incolor

* Na verdade, essa é a temperatura em que essa substância sublima, isto é, passa da fase sólida diretamente para a fase gasosa.



ATIVIDADE

Refleta sobre suas atitudes

O etanol pode se inflamar facilmente na presença de calor, chama ou faíscas. Na sua casa, as pessoas têm cuidado ao manusear e guardar etanol e outros produtos inflamáveis?

Exemplo: reação entre ferro e enxofre

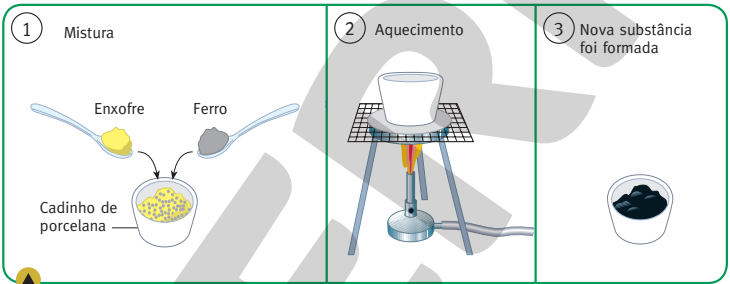
Enxofre e ferro (veja as fotografias no item 4), como qualquer substância pura, são caracterizados por suas propriedades. Cada qual tem sua temperatura de fusão, densidade, cor etc. Uma propriedade interessante do ferro é que ele é atraído por um ímã. Já o enxofre não é.

Se pó de enxofre for adicionado a pó de ferro, obteremos uma mistura na qual cada um dos componentes mantém suas propriedades. Isso torna possível usar um ímã para separar o pó de ferro do pó de enxofre.

Mas, se essa mistura for aquecida num recipiente apropriado durante alguns minutos, ocorrerá uma reação química na qual enxofre e ferro se transformarão num sólido preto que tem propriedades diferentes das do ferro e do enxofre.

ATENÇÃO!

Por razões de segurança, NÃO se sugere a realização desse experimento. O enxofre pode causar conjuntivite, dermatite e irritação do sistema respiratório.



Se a mistura de enxofre e ferro for aquecida, ocorrerá uma reação química entre ambos. (Representação esquemática fora de proporção e em cores fantasiosas.)

Determinando as propriedades do sólido preto formado, é possível identificá-lo como uma substância diferente das inicialmente presentes, o sulfeto ferroso. Ocorreu, portanto, uma reação química.

	enxofre	+	ferro	→	sulfeto ferroso
Temperatura de fusão	95 °C		1.538 °C		1.188 °C
Estado físico a 25 °C	sólido		sólido		sólido
Densidade a 25 °C	2,07 g/cm ³		7,87 g/cm ³		4,74 g/cm ³
Cor	amarela		cinza-metálica		preta
Atraído pelo ímã?	não		sim		não

As substâncias (puras) enxofre e ferro (no alto da foto) e a mistura de ambas (embaixo).



Sulfeto ferroso, o produto da reação química comentada nesta página.

Reagentes e produtos

As substâncias inicialmente existentes e que se transformam em outras em consequência da ocorrência de uma reação química são denominadas **reagentes**, e as novas substâncias produzidas são chamadas **produtos**. Assim, por exemplo:

Em equação: $\text{etanol} + \text{gás oxigênio} \rightarrow \text{gás carbônico} + \text{água}$
Reagentes Produtos

Em palavras: Os reagentes etanol e gás oxigênio reagem, formando os produtos gás carbônico e água.

Em equação: $\text{enxofre} + \text{ferro} \rightarrow \text{sulfeto ferroso}$
Reagentes Produto

Em palavras: Os reagentes enxofre e ferro reagem, formando o produto sulfeto ferroso.

Verificar que uma reação química aconteceu às vezes só é possível em laboratórios adequadamente equipados para separar componentes das misturas obtidas e determinar suas propriedades. Há, contudo, algumas evidências que estão, de modo geral, associadas à ocorrência de reações químicas e que são, portanto, pistas que podem indicar sua ocorrência. Entre elas estão:

- liberação de calor — por exemplo, nas combustões;
- mudança de cor — por exemplo, quando um alvejante é derubado, por descuido, numa roupa colorida;
- mudança de odor — por exemplo, quando frutas, carnes e outros alimentos apodrecem;
- liberação de gás — por exemplo, ao jogar um comprimido efervescente em água.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- reação química
- reagente
- produto

Exemplo: decomposição do carbonato de cálcio

Existe uma grande variedade de reações químicas. Entre elas estão as **reações de decomposição**, nas quais uma única substância reagente origina como produtos duas ou mais substâncias.

O calcário é uma rocha constituída principalmente pela substância carbonato de cálcio. Quando essa substância é aquecida a cerca de 800 °C, transforma-se em óxido de cálcio e gás carbônico.

Essa reação é um exemplo de **pirólise**, ou seja, decomposição pelo calor (do grego *piro*, fogo).

Em equação: $\text{carbonato de cálcio} \xrightarrow{\text{calor}} \text{óxido de cálcio} + \text{gás carbônico}$

Em palavras: O carbonato de cálcio sofre pirólise (decompõe-se sob ação do calor), formando óxido de cálcio e gás carbônico.

HOMER/SHUTTERSTOCK



A combustão de querosene, gasolina, etanol, gás natural, diesel, madeira ou qualquer outro material combustível é exemplo de reação química que libera energia, como luz e calor. Na foto, lâmpião a querosene.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

reação química Processo em que uma ou mais substâncias se transformam em outra(s) nova(s) substância(s).

reagente Substância consumida durante uma reação química, isto é, substância que se transforma em outra(s).

produto Substância formada durante uma reação química, isto é, substância resultante da transformação sofrida pelo(s) reagente(s).

Atividades

Ao final do subitem *Reagentes e produtos*, tem-se um bom momento para a atividade 17 do *Explore diferentes linguagens*.

Atente!

As reações de decomposição recebem aqui um tratamento diferenciado porque permitem a conceituação, logo mais à frente, do que são substâncias simples ou substâncias elementares.

Quanto ao primeiro exemplo apresentado de decomposição, o óxido de cálcio (produto da reação), também conhecido como cal virgem ou cal viva, é um material obtido por meio dessa reação desde a Antiguidade.

Entre outras utilidades, a cal serve para fazer pintura, denominada caiação, para fazer a massa usada no assentamento de tijolos, chamada de argamassa, e para reduzir a acidez de certas variedades de solo antes do plantio, procedimento conhecido como calagem do solo.

Atente!

Dada a explosividade do hidrogênio, **não** se aconselha que os estudantes realizem esse experimento.

Caso você vá realizá-lo de maneira demonstrativa, trabalhe em **local muito bem ventilado, longe de qualquer possibilidade de fogo ou faísca elétrica** e faça o procedimento em **pequena escala**, como indicado na figura.

O hidrogênio é o gás menos denso. No passado, foi usado em balões dirigíveis tripulados, mas, por oferecer risco de incêndio e explosão, não é mais usado para esse fim.

Na explosão do dirigível Hindenburg, em Nova Jérsei, Estados Unidos, em 6 de maio de 1937, morreram 35 pessoas. Atualmente, os balões dirigíveis utilizam hélio.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

substância simples Substância que **não** pode ser decomposta em outras. (Professor, ao chegar ao item 11 deste capítulo, pode-se definir de outra forma: Substância formada por átomos de um só elemento químico.)

substância composta Substância que pode ser decomposta em outras. (Ao chegar ao item 11, pode-se definir assim: Substância formada por átomos de dois ou mais elementos químicos.)

ATENÇÃO!

A eventual realização do experimento só deve ocorrer com **AUTORIZAÇÃO** e **SUPERVISÃO** do professor.

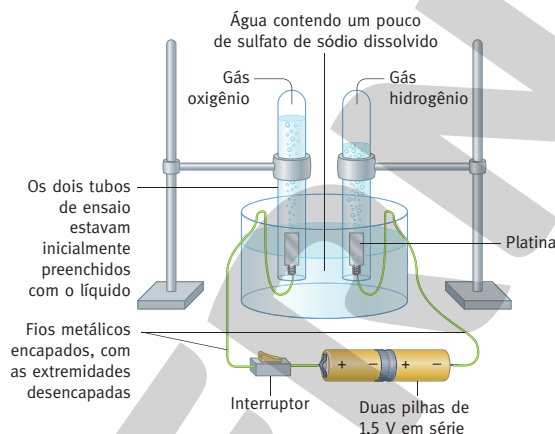
Óculos de segurança, luvas e aventais protetores são obrigatórios.

O gás hidrogênio produzido no experimento é altamente explosivo. Por isso, não deve haver nenhuma chama ou dispositivo que produza faíscas elétricas nas proximidades.

Fonte: T. Brown et al. *Chemistry: the central science*. 14. ed. Nova York: Pearson, 2018. p. 9.

Exemplo: decomposição da água

A aparelhagem esquematizada na figura abaixo é empregada para fazer passar corrente elétrica através da água. Algumas gotas de solução aquosa de sulfato de sódio são adicionadas à água. Sabe-se que essa substância **não** será consumida na reação química que vai acontecer, mas é necessária para fazer com que a solução se torne boa condutora de eletricidade.



Assim que o interruptor é ligado, observa-se o desprendimento de bolhas gasosas incolores de ambos os pedacinhos de platina. Os gases produzidos acumulam-se dentro dos tubos de ensaio, que, inicialmente, estavam totalmente preenchidos com o líquido. Após algum tempo, o sistema está como mostrado na figura. A passagem de corrente elétrica através da água provoca sua decomposição em gás hidrogênio e gás oxigênio.

A decomposição provocada pela corrente elétrica é chamada **eletrólise**. Assim, temos:

Em equação: $\text{água} \xrightarrow{\text{corrente elétrica}} \text{gás hidrogênio} + \text{gás oxigênio}$

Em palavras: A água sofre eletrólise (decompõe-se sob ação da corrente elétrica), formando gás hidrogênio e gás oxigênio.

6 Substâncias simples e substâncias compostas

O estudo das reações de decomposição foi relevante na história da Química. Ele possibilitou a classificação das substâncias (puras) em dois grupos.

- Substâncias que **não podem** ser decompostas, ou seja, que **não** sofrem reação de decomposição. São denominadas **substâncias simples** e são exemplos o hidrogênio, o oxigênio e o nitrogênio.
- Substâncias que **podem** ser decompostas (por fotólise, pirólise, eletrólise etc.), fornecendo assim novas substâncias de composição menos complexa. São as **substâncias compostas**, entre as quais estão a água, o carbonato de cálcio e o gás carbônico.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- substância simples
- substância composta

As substâncias puras que **não** sofrem decomposição (isto é, as substâncias simples) são também denominadas **substâncias elementares** ou **elementos químicos**. Assim, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio são exemplos de elementos. Já água, carbonato de cálcio e gás carbônico **não** são exemplos de elementos químicos.

7 A Lei da Conservação da Massa

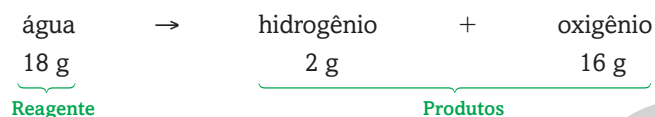
Alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento da ciência Química.

Entre esses cientistas, destacou-se o francês Antoine Lavoisier (1743-1794). Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da Química”. Entre suas contribuições, a mais conhecida foi enunciada por ele após realizar inúmeras reações químicas dentro de recipientes fechados.

Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que **a massa final de um recipiente fechado, após ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre igual à massa inicial**.

Essa importante generalização é a **Lei da Conservação da Massa**, ou **Lei de Lavoisier**, que também pode ser enunciada de uma outra maneira: **quando uma reação química é realizada num recipiente fechado, a massa dos produtos é igual à massa dos reagentes**.

Vejam um exemplo:



Note que a massa do reagente (18 g) é igual à massa total dos produtos (2 g + 16 g = 18 g).

Mas por que Lavoisier escolheu recipientes fechados?

Entre os reagentes e/ou entre os produtos de uma reação química podem existir substâncias gasosas, tais como o oxigênio, o hidrogênio e o gás carbônico. Se, por exemplo, uma substância gasosa for produzida numa reação, ela sairá espontaneamente do recipiente e sua massa não será medida pela balança como parte da massa final do sistema. Ao escolher recipientes fechados, Lavoisier eliminou dúvidas sobre a possível entrada ou saída de gases do sistema.

Há quem considere a Lei de Lavoisier o marco inicial da Química. Essa lei incorporou-se até mesmo aos “saberes populares”, sendo frequentemente enunciada como: **na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma**.

Atividades

Momento oportuno para as atividades 18 a 21 do *Explore diferentes linguagens*.

Atente!

Conforme mencionado no início deste capítulo, ao comentar os conteúdos conceituais, note a importância dos itens 7 e 8 (leis, generalizações de resultados empíricos) na preparação para o item 9 (teoria que possibilitou a racionalização dessas leis).

Interdisciplinaridade

O contexto em que Lavoisier viveu pode ser objeto de um projeto interdisciplinar com História, no qual cada aluno ou equipe preparará um cartaz ou um conjunto de postagens no *blog*, mostrando as várias contribuições desse cientista (que extrapolam o âmbito da Química) e indicando o contexto de sua morte, decapitado, na época da Revolução Francesa.

Atente!

Embora este capítulo tenha a preocupação de mostrar fatos importantes na história da Química, alguns dos exemplos de substâncias e de reações aqui mostrados não foram conhecidos e/ou estudados nas épocas mencionadas. Esses exemplos foram escolhidos pela conveniência didática. Além disso, aqui se utiliza a linguagem Química atual e não da época em que viveram os cientistas mencionados.



▲ Comprimido efervescente reagindo com água, em copo aberto: exemplo de reação química em recipiente **aberto** e que, portanto, permite a **saída** do gás produzido. Devido a essa saída de gás, a massa final do sistema é **menor** que a massa inicial.

De olho na BNCC!

• EF09CI02

“Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.”

Nesse item 8, os alunos tomam contato com o fato de haver uma proporcionalidade entre as massas de reagentes e de produtos em uma reação química.

Esse conhecimento, aliado à conservação da massa (estudada no item anterior), capacita os estudantes a realizar previsões como aquelas envolvidas nas atividades 22 e 23 do *Explore diferentes linguagens*.

Isso também possibilita a eles a compreensão de que as substâncias químicas apresentam composição constante (e que lhes é característica) e percebam o embasamento experimental que Dalton usou para elaborar sua teoria.

Este capítulo também fornece condições para que os alunos entendam como o Teoria Atômica de Dalton permitiu explicar a conservação da massa (Lei de Lavoisier) nas reações químicas e o fato de a composição das substâncias ser constante (Lei de Proust).

Enfim, o desenvolvimento dessa habilidade EF09CI02 é relevante para a compreensão dos aspectos que tornaram a Teoria Atômica de Dalton conveniente para explicar relações ponderais (isto é, relações envolvendo proporções em massa), amplamente presentes na Química, e fornece aos alunos pré-requisitos para o desenvolvimento da habilidade EF09CI03, que se inicia mais à frente e prossegue nos capítulos 2 e 3.

Atividades

Julgando conveniente, as atividades 22 e 23 do *Explore diferentes linguagens* podem ser realizadas ao final dessa página.

8 A Lei das Proporções Constantes

O estudo das reações de decomposição foi importante para que o francês Joseph-Louis Proust (1754-1826) descobrisse que as substâncias compostas têm uma **composição fixa**.

Usaremos como exemplo a substância água, que é composta dos elementos hidrogênio e oxigênio. Veja os seguintes dados experimentais, referentes à decomposição de amostras de diferentes massas de água:

Decomposição de:	água	→	hidrogênio	+	oxigênio
9 g de água	9 g		1 g		8 g
18 g de água	18 g		2 g		16 g
27 g de água	27 g		3 g		24 g
100 g de água	100 g		11,11 g		88,89 g

Vamos dividir a massa de hidrogênio pela massa de oxigênio de cada um desses experimentos. Fazendo isso, chegamos a uma mesma fração.

massa de hidrogênio / massa de oxigênio = 1 g / 8 g = 2 g / 16 g = 3 g / 24 g = 11,11 g / 88,89 g

Esses dados revelam que a proporção entre os elementos que compõem a água permanece constante: a massa de oxigênio sempre é 8 vezes maior que a massa de hidrogênio. Em outras palavras, **a composição da água, em massa, é sempre de 1 parte de hidrogênio para 8 partes de oxigênio**.

Vejamos outro exemplo, o do gás carbônico:

Decomposição de:	gás carbônico	→	carbono	+	oxigênio
11 g de gás carbônico	11 g		3 g		8 g
22 g de gás carbônico	22 g		6 g		16 g
44 g de gás carbônico	44 g		12 g		32 g
100 g de gás carbônico	100 g		27,27 g		72,73 g

Dividindo a massa de carbono pela de oxigênio:

massa de carbono / massa de oxigênio = 3 g / 8 g = 6 g / 16 g = 12 g / 32 g = 27,27 g / 72,73 g

Assim, podemos afirmar que **a composição do gás carbônico, em massa, é sempre de 3 partes de carbono para 8 partes de oxigênio**.

Por meio de muitos estudos similares a esses, Proust concluiu que **a composição química das substâncias compostas é sempre constante, não importando qual sua origem**. Em outras palavras, uma certa substância composta, seja obtida de fontes naturais ou produzida em laboratório, sempre é formada pelos mesmos elementos químicos numa mesma proporção em massa. Essa generalização ficou conhecida como **Lei das Proporções Constantes**, ou **Lei de Proust**.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- Lei da Conservação da Massa
- Lei das Proporções Constantes

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:
Lei da Conservação da Massa Lei segundo a qual a massa inicial e a massa final de um recipiente fechado, dentro do qual ocorre uma reação química, são iguais.
Lei das Proporções Constantes Lei segundo a qual a proporção entre os elementos que formam certa substância composta é sempre a mesma, não importando a origem dessa substância.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não confunda lei com teoria

Após realizar muitos experimentos, um cientista ou grupo de cientistas pode perceber regularidades naturais. Toda vez que uma regularidade é descoberta, pode ser enunciada usando palavras e/ou equações matemáticas e passa a ser denominada **lei**, ou **princípio**.

Para uma lei ser válida, ela não precisa ser explicada; basta que seja observada por meio de muitos experimentos. Em outras palavras, uma lei generaliza um comportamento regular das coisas, é uma regra seguida pela natureza.

Teoria, por outro lado, é uma proposta de explicação para uma ou mais leis que seja aceita pelos cientistas, pelo menos durante certo período de tempo, como sendo a melhor maneira de explicar acontecimentos (fenômenos) observados.

Porém, graças à descoberta de novas leis ou de novos fatos que ela não explique satisfatoriamente, uma teoria pode ser aperfeiçoada ou, até mesmo, substituída por outra.

9 A Teoria Atômica de Dalton

Entre 1803 e 1808, o cientista inglês John Dalton (1766-1844) propôs uma teoria para explicar as leis enunciadas por Lavoisier e Proust. Essa teoria, que será comentada a seguir, ficou conhecida como **Teoria Atômica de Dalton**.

A palavra **átomo** vem do grego e significa “indivisível”. Ela foi usada pela primeira vez por alguns filósofos da Grécia Antiga que, com base em argumentos filosóficos, propunham que todas as porções de matéria são formadas por partículas muito pequenas e indivisíveis, os átomos. As ideias desses filósofos não foram muito além disso, porque não se fundamentavam em experimentos.

Dalton, ao contrário, baseou-se nos resultados de experimentos feitos por ele e por outros cientistas que o antecederam, entre eles Lavoisier e Proust. Alguns pontos da sua teoria são:

- Todas as substâncias são formadas por átomos.
- Os átomos de um mesmo elemento químico são iguais em suas características (por exemplo, tamanho e massa).
- Os átomos dos diferentes elementos químicos são diferentes entre si (por exemplo, possuem massas diferentes).
- As substâncias simples são formadas por átomos de um mesmo elemento químico.
- As substâncias compostas (também chamadas **compostos químicos**, ou simplesmente **compostos**) são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos diferentes, que se combinam sempre numa mesma proporção.
- Os átomos não são criados nem destruídos.
- Nas reações químicas, os átomos se recombina.

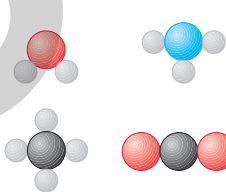
Átomos



Substâncias simples



Substâncias compostas



Representação de átomos, substâncias simples e substâncias compostas na Teoria Atômica de Dalton. (Os átomos estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

De olho na BNCC!

• EF09CI03

“Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.”

No item 9 e seguintes, os estudantes estabelecerão um primeiro contato com uma concepção científica do átomo, aquela proposta pela Teoria Atômica de Dalton.

Eles também verão como essa teoria elucida a diferença de comportamento de substâncias compostas e de substâncias simples quanto à possibilidade de decomposição.

As substâncias compostas (compostos químicos ou, simplesmente, compostos) são passíveis de se decompor porque têm, em sua composição, mais de um elemento químico. Em última instância, podem ser decompostas em seus elementos constituintes.

Já as substâncias simples não se decompõem porque são formadas por átomos de um único elemento, ou seja, não apresentam a possibilidade de se decompor em dois ou mais elementos. Como já são a expressão mais elementar de uma substância formada por determinado elemento, as substâncias simples também são denominadas substâncias elementares ou, simplesmente, elementos químicos.

A teoria atômica de Dalton é empregada, neste capítulo, para explicar a Lei da Conservação da Massa e a Lei das Proporções Constantes. Percebe-se, aqui, o aspecto preditivo do raciocínio científico e, mais uma vez, a oportunidade de auxiliar os estudantes a “associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos” e “aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico” (BNCC, 2017, p. 321).

O desenvolvimento da habilidade EF09CI03 prosseguirá nos capítulos 2 e 3.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

lei Enunciado (matemático ou textual) que expressa uma regularidade da natureza.

teoria Proposta de explicação para uma ou mais leis que é aceita pela comunidade científica, pelo menos durante algum tempo.

Teoria Atômica de Dalton Teoria que inclui as seguintes ideias: as substâncias são formadas por átomos de elementos químicos; átomos não são criados nem destruídos; nas reações químicas, os átomos se recombina-

Atente!

Deixaremos o estudo das substâncias iônicas e das substâncias metálicas, que não são formadas por moléculas, para o capítulo 4.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- lei
- teoria
- Teoria Atômica de Dalton

10 Símbolos e fórmulas

Símbolos representam elementos

São conhecidos atualmente mais de 100 elementos químicos. Cada um deles tem um **nome** e um **símbolo** diferente. Os símbolos dos elementos são formados por uma ou duas letras. A primeira é sempre maiúscula e a segunda, caso exista, é sempre minúscula. O símbolo de um elemento vem de uma ou duas letras tiradas de seu nome em latim ou grego. Por causa disso, nem todos os símbolos têm relação lógica com o nome do elemento em português.

Símbolo de alguns elementos químicos							
Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Alumínio	Al	Crômio	Cr	Iodo	I	Ouro	Au
Bromo	Br	Enxofre	S	Magnésio	Mg	Oxigênio	O
Cálcio	Ca	Ferro	Fe	Manganês	Mn	Platina	Pt
Carbono	C	Flúor	F	Mercúrio	Hg	Potássio	K
Cloro	Cl	Fósforo	P	Níquel	Ni	Prata	Ag
Cobre	Cu	Hidrogênio	H	Nitrogênio	N	Sódio	Na

Fórmulas representam substâncias

Todas as substâncias são formadas por átomos. As **substâncias simples** são formadas por **átomos de um único elemento**, e as **substâncias compostas** são formadas por **átomos de dois ou mais elementos diferentes**.

As **moléculas** são entidades formadas pela união de dois ou mais átomos. Para representar as moléculas de uma substância, seja ela simples ou composta, os químicos utilizam **fórmulas**. Você já deve ter ouvido falar que a fórmula da água é H_2O . Outros exemplos de fórmulas usadas pelos químicos são CO_2 (gás carbônico), N_2 (gás nitrogênio), O_2 (gás oxigênio), O_3 (gás ozônio), C_2H_6O (etanol), $C_6H_{12}O_6$ (glicose) e NH_3 (amônia).

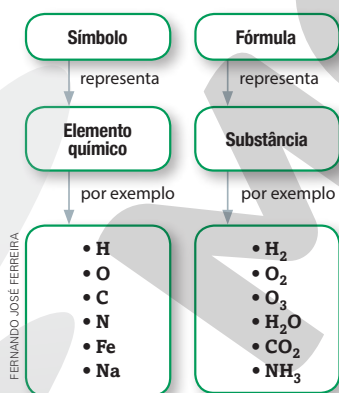
Na fórmula que representa a molécula de uma substância são colocados os símbolos dos elementos que tomam parte de sua composição e números, os **índices de atomicidade** (ou, simplesmente, **índices**), que indicam quantos átomos de cada elemento estão presentes na molécula. Se o índice de atomicidade não for escrito, é porque seu valor é 1. Assim, por exemplo:

- O_2 indica a substância cujas moléculas são formadas por dois átomos do elemento químico oxigênio.
- O_3 indica a substância cujas moléculas são formadas por três átomos do elemento químico oxigênio.
- H_2O indica a substância cujas moléculas são formadas por dois átomos do elemento químico hidrogênio e um átomo do elemento químico oxigênio.
- NH_3 indica a substância cujas moléculas são formadas por um átomo do elemento químico nitrogênio e três átomos do elemento químico hidrogênio.



Saiba de onde vêm as palavras

"Molécula" é uma palavra do latim que significa "pequena massa".



ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

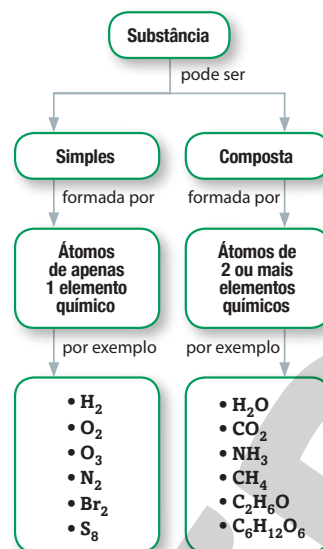
- símbolo
- índice ou índice de atomicidade
- fórmula

Distinção entre substância simples e substância composta considerando a composição química

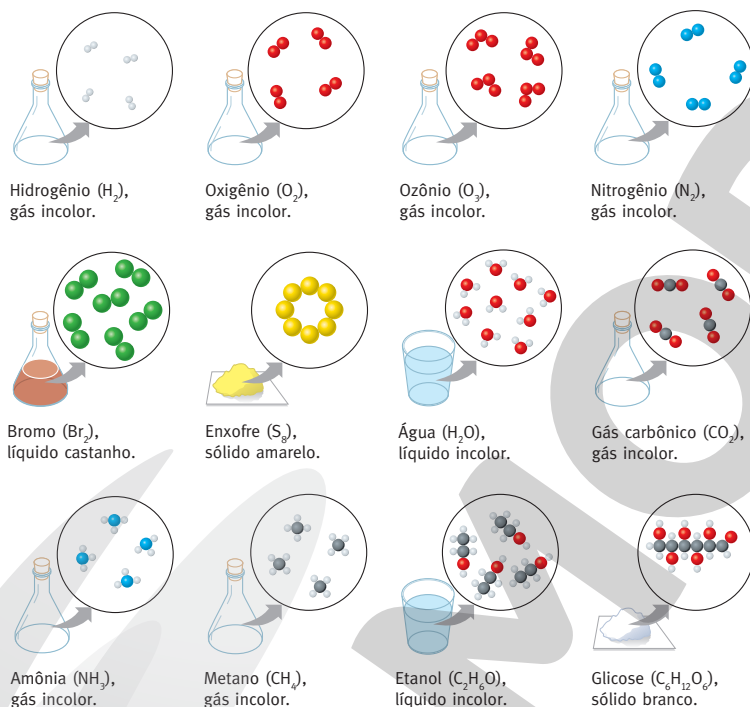
A teoria de Dalton nos permite compreender por que as substâncias compostas podem ser decompostas em outras substâncias menos complexas, mas as substâncias simples não podem.

As **substâncias simples** são formadas por átomos de **apenas um elemento** e as **substâncias compostas**, por átomos de **dois ou mais elementos** (veja o mapa conceitual ao lado).

Assim, as substâncias simples são consideradas **substâncias elementares** porque têm em sua constituição átomos de **um único elemento químico**.



Esquema com modelos para moléculas de algumas substâncias



Legenda para os átomos:

- Hidrogênio
- Oxigênio
- Nitrogênio
- Carbono
- Bromo
- Enxofre

Os átomos que formam as moléculas estão **representados** por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

símbolo Representação gráfica de um elemento químico.

fórmula Representação gráfica de uma substância química.

índice ou **índice de atomicidade** Número que indica a quantidade de átomos de um elemento na molécula de uma substância.

Interdisciplinaridade

Os professores de Ciências e Português podem abordar o conceito de **polissemia**, que é a multiplicidade de sentidos que uma palavra pode ter.

Há diversos termos empregados em Ciência e Tecnologia que, no linguajar do dia a dia ou no de outras áreas específicas do conhecimento, têm significado diferente.

No capítulo, há alguns termos científicos em que ocorre polissemia, tais como, lei, princípio, teoria, elemento e fórmula.

Essa abordagem interdisciplinar pode se estender para a busca de outros exemplos encontrados em Ciências da Natureza. Os colegas de outras disciplinas podem ser convidados para que a atividade se expanda também a elas.

Atividades

Ao final desse item 10, proponha aos estudantes as atividades 24 a 27 do *Explore diferentes linguagens*.

De olho na BNCC!

No capítulo seguinte, os estudantes perceberão que há evidências experimentais que não são explicadas pelo modelo atômico de Dalton (carga elétrica, eletrização) que, em função disso, foi substituído. Isso vai ao encontro de desenvolver nos estudantes a percepção do dinamismo da Ciência.

Cabe, aqui, reforçar ao educador uma das Competências específicas de Ciências da Natureza da BNCC para o Ensino Fundamental:

“Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.” (BNCC, 2017, p. 322.)

Conforme comentado anteriormente, o desenvolvimento da habilidade EF09CI03, iniciado neste capítulo, prosseguirá nos capítulos 2 e 3.

Conteúdo procedimental sugerido

- Utilizar moedas, fichas ou bolinhas de poliestireno expandido para elaborar modelos que representem, em nível atômico-molecular, algumas reações químicas (não muito complexas).

Esse conteúdo é o que se pretende desenvolver com *Trabalho em equipe* proposto nessa página.

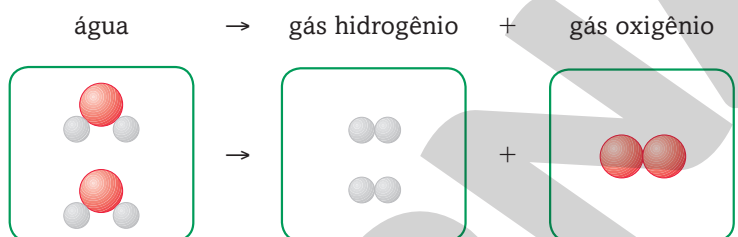
O segundo *Trabalho em equipe*, proposto na página seguinte, pretende fazer com que essas representações não fiquem confinadas ao plano qualitativo, na medida em que enfoca a **conservação dos átomos** e, por consequência, a proporcionalidade expressa pelos coeficientes estequiométricos.

A atividade 31 da seção *Explore diferentes linguagens* estende o trabalho desse conteúdo procedimental a outros exemplos de reações químicas.

11 Equação química

Equação química representa reação química

Voltemos ao exemplo da decomposição da água. Levando em conta a composição das moléculas envolvidas, podemos **representar** essa reação da seguinte maneira:



Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

A água, o reagente, é formada por moléculas H_2O ; o gás hidrogênio e o gás oxigênio, os produtos, têm fórmulas, respectivamente, H_2 e O_2 . Assim, poderíamos representar a reação usando as fórmulas do reagente e dos produtos:



Nessa representação falta, porém, a proporção correta entre as quantidades de moléculas envolvidas.

Uma representação mais correta é:



ou seja,



Agora sim está expressa a verdadeira **proporção entre as quantidades de moléculas** que participam da reação.

Essa maneira de representar uma reação química é denominada **equação química**. O exemplo que acabamos de ver é a equação química que representa a decomposição da água.

Os números que indicam a proporção entre as quantidades de moléculas, numa equação química, são chamados **coeficientes**. Na equação acima, o coeficiente da água é 2, o do gás hidrogênio é 2 e o do gás oxigênio é 1 (que não precisa ser escrito).

Em equação: $2 H_2O \rightarrow 2 H_2 + O_2$

Em palavras: Duas moléculas de água reagem, formando duas moléculas de gás hidrogênio e uma de gás oxigênio.

Outros exemplos de equações químicas são:

Em equação: $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$

Em palavras: Uma molécula de gás nitrogênio reage com três de gás hidrogênio, formando duas de amônia.

Em equação: $C_2H_6O + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$

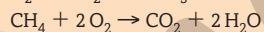
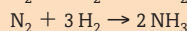
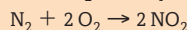
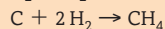
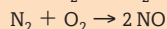
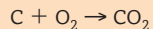
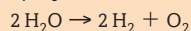
Em palavras: Uma molécula de etanol reage com três de gás oxigênio, formando duas de gás carbônico e três de água.



ATIVIDADE

Trabalho em equipe

Usando moedas de diferentes valores, fichas coloridas, bolinhas de massa de modelar, círculos de papel colorido, bolinhas de poliestireno expandido ou outro material que a imaginação sugerir, represente as moléculas dos reagentes e dos produtos das reações químicas cujas equações são:

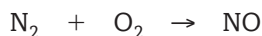


Balanceamento de equações químicas

Analisando os exemplos de equações químicas mostrados, é possível perceber que o número de átomos de um certo elemento químico é igual nos reagentes e nos produtos. Isso porque os **átomos não são destruídos nem criados numa reação química**.

Quando escrevemos uma equação química, ela deve estar corretamente **balanceada**, ou seja, os coeficientes devem estar corretamente indicados. Caso contrário, não estará sendo respeitado o fato de os átomos se conservarem.

Veja, por exemplo, a equação química:

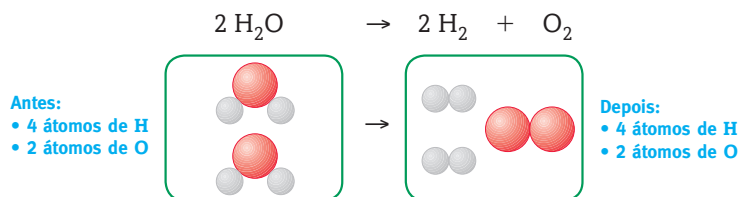


Ela não está corretamente balanceada, pois há menos átomos de nitrogênio (N) e de oxigênio (O) no lado do produto, mas ficará correta se colocarmos o coeficiente 2 na frente da fórmula NO.

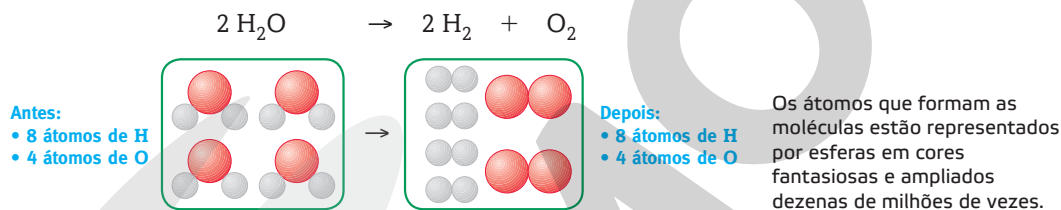


12 Explicação para as Leis de Lavoisier e de Proust

Numa reação química os átomos apenas se recombina. Como os átomos não são destruídos nem formados, a massa de reagentes é sempre igual à dos produtos. Isso **explica a Lei de Lavoisier**.



As moléculas de determinada substância são formadas por **átomos unidos numa proporção bem definida**. Não importa a quantidade da substância que consideremos. A proporção em que os átomos estarão presentes será sempre a mesma, o que **explica a Lei de Proust**.



Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.



ATIVIDADE

Trabalho em equipe

Verificar se, no trabalho proposto na página anterior, foi respeitado o princípio da conservação dos átomos.

Projeto

O **Projeto 1** (do final do livro) pode ser realizado a esta altura do curso. Ele ensina a fazer e utilizar uma "tinta invisível", cujo funcionamento pode ser compreendido com o conceito de reação química.

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, na mesma página em que ele aparece no livro do aluno.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

equação química Representação gráfica para uma reação química.

coeficiente (de uma equação química) Número colocado antes da fórmula de reagente ou produto para balancear uma equação química.

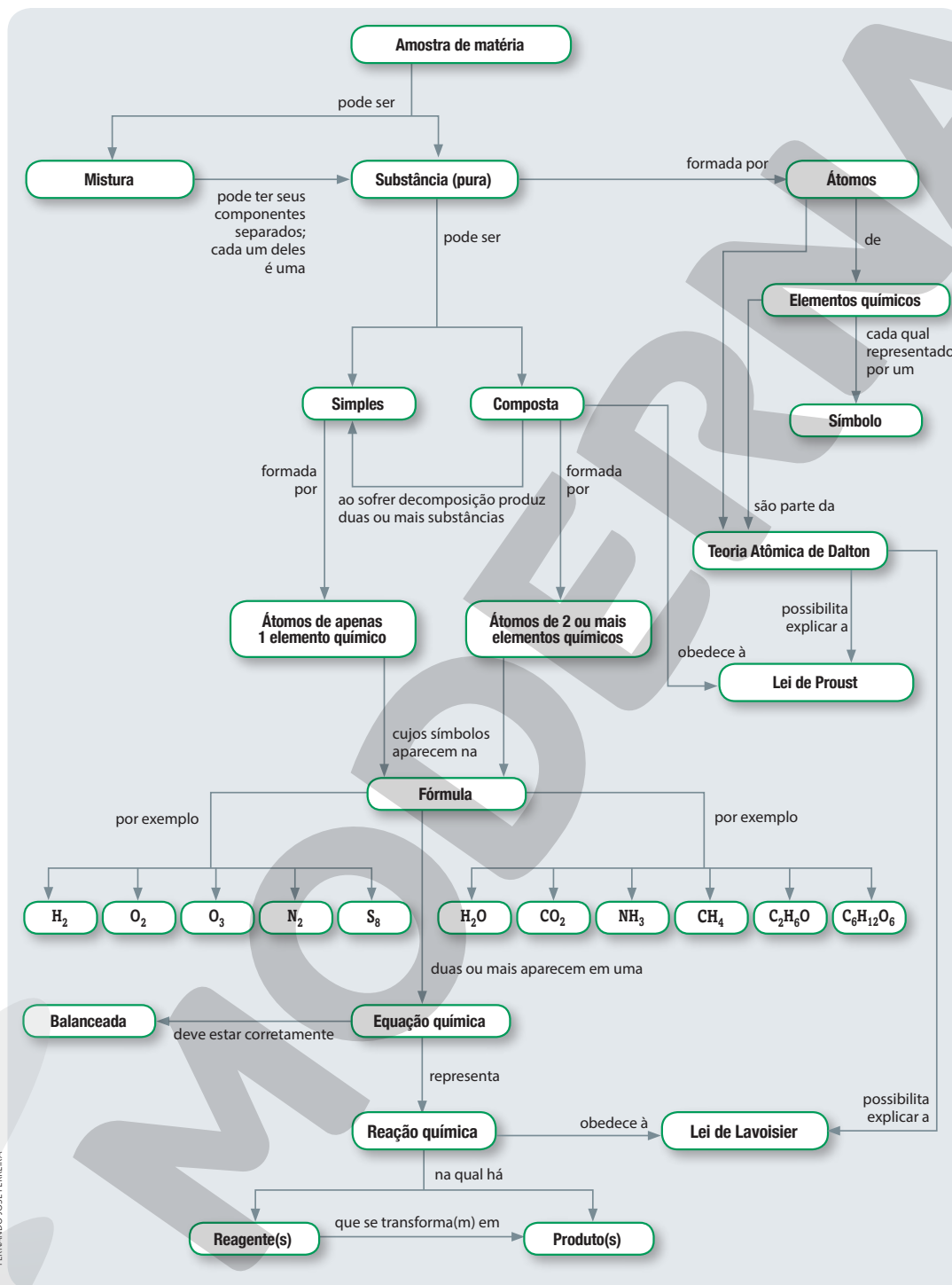
Atividades

Ao final do item 12, os estudantes têm condições de trabalhar as atividades 28 a 31 do *Explore diferentes linguagens*.

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- equação química
- coeficiente (de uma equação química)



FERNANDO JOSÉ FERRERIA



EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

INTERPRETAÇÃO DE EXPERIMENTO

Uma amostra de uma substância inicialmente sólida foi aquecida em laboratório, submetida à pressão atmosférica constante de uma cidade ao nível do mar. O gráfico abaixo representa a variação da temperatura em função do tempo, durante a realização do experimento.

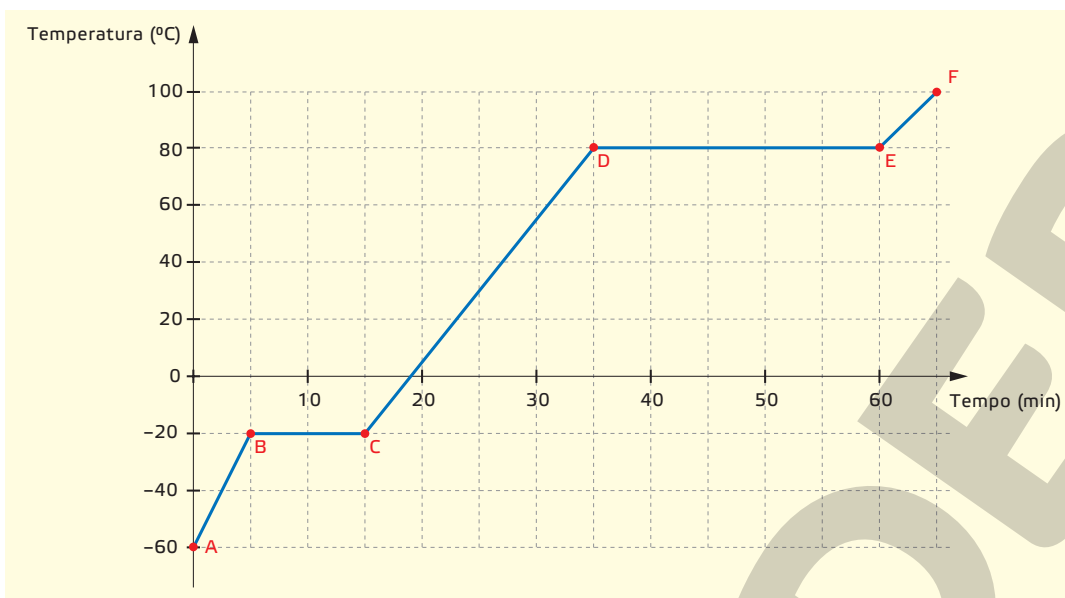


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

1. Qual era a temperatura da substância no tempo zero, isto é, quando o experimento começou? Qual ponto no gráfico (**A**, **B**, **C**, **D**, **E**) corresponde a essa situação?
2. Nos trechos **AB**, **CD** e **EF**, o que acontece com a temperatura da substância, à medida que o tempo passa?
3. O que ocorre com a temperatura da substância nos trechos **BC** e **DE**, enquanto o tempo passa?
4. Em que fase (sólida, líquida ou vapor) está a substância em cada um dos trechos que foram citados na atividade 2?
5. Em que fase está a substância no ponto **B**? E no ponto **C**? O que ocorre no trecho **BC**?
6. Em que fase está a substância no ponto **D**? E no ponto **E**? O que acontece no trecho **DE**?
7. Qual é a **temperatura de fusão** dessa substância (na pressão em que o experimento foi realizado)? Quanto tempo levou para a amostra fundir completamente?
8. Qual é a **temperatura de ebulição** dessa substância (na pressão em que o experimento foi realizado)? Quanto tempo levou para a amostra ebulir completamente?
9. Se uma amostra dessa substância, inicialmente em fase vapor a 120 °C, for lentamente resfriada até -30 °C, nas mesmas condições de pressão em que foi realizado o experimento, a que temperatura é de se esperar que ela sofra **condensação**? E **solidificação**? Explique.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. A temperatura da substância no tempo zero era -60 °C, correspondente ao ponto **A** no gráfico.
2. Nos trechos **AB**, **CD** e **EF**, à medida que o tempo passa, a temperatura da substância aumenta, ou seja, há aquecimento da substância.
3. Nos trechos **BC** e **DE**, a temperatura da substância permanece constante com o passar do tempo.
4. **AB** – Sólida
CD – Líquida
EF – Vapor
5. **B** – Sólida
C – Líquida
No trecho **BC**, acontece a **fusão** da substância, ou seja, ela passa da fase sólida para a fase líquida.
6. **D** – Líquida
E – Vapor
No trecho **DE**, ocorre a **vaporização** da substância, ou seja, ela passa da fase líquida para a gasosa.
7. A **temperatura de fusão** dessa substância é -20 °C (na pressão em que o experimento foi realizado). A amostra começou a fundir no instante 5 min e terminou de fundir no instante 15 min. Então, o intervalo de tempo necessário para a amostra fundir completamente foi de **10 minutos**.
8. A **temperatura de ebulição** dessa substância é 80 °C (na pressão em que o experimento foi realizado). A ebulição começou no instante 35 min e terminou no instante 60 min. Portanto, o intervalo de tempo necessário para a amostra ebulir completamente foi de **25 minutos**.
9. É de se esperar que a substância sofra **condensação** a 80 °C e **solidificação** a -20 °C (nas condições de pressão em que o experimento foi realizado).

10. Poderiam ser utilizados os metais alumínio, cobre, ferro e níquel, pois apresentam temperatura de fusão superior a 300 °C e, portanto, são sólidos na temperatura de operação da máquina. (O gálio e o estanho não servem, pois estão líquidos a 300 °C.)
11. Das quatro substâncias citadas no enunciado, o fenol apresenta a maior temperatura de fusão (41 °C); portanto, para garantir que todas as substâncias estejam líquidas, a temperatura mínima em que o experimento deve ser realizado é 41°C.
- Das quatro substâncias, o bromo apresenta a menor temperatura de ebulição (59°C); então, para assegurar que todas elas estejam no estado líquido, a temperatura máxima em que o experimento deve ser feito é 59°C.
- Assim, para que as quatro substâncias estejam líquidas, o experimento deve ser realizado entre 41 °C e 59 °C.
- Nessa faixa de temperatura, o iodo é sólido, pois só funde a 114 °C.
12. Fixando-se um valor qualquer no eixo x (isto é, fixando-se um volume), a leitura do gráfico revela que o pedaço de níquel apresenta maior massa.
13. Fixando-se um valor no eixo y (isto é, fixando-se uma massa; é conveniente que ela seja menor que 45 g, para dar leitura nas duas retas dentro da faixa de volumes apresentada), a leitura do gráfico revela que o pedaço de titânio tem maior volume.
14. Considerando 5 cm³, no eixo x do gráfico, é possível ler que a massa que corresponde a esse volume de níquel é 45 g.
15. Considerando 45 g, no eixo y do gráfico, é possível ler que o volume que corresponde a essa massa de titânio é 10 cm³.

TABELA

A tabela ao lado apresenta as temperaturas de fusão e de ebulição de algumas substâncias, listadas em ordem alfabética. Utilize-a na realização das duas atividades a seguir.

10. Uma engenheira está projetando uma peça metálica que será usada em um equipamento que operará a 300 °C e pressão atmosférica ao nível do mar.

Considerando apenas a temperatura de operação do equipamento como critério de seleção, quais dos metais — alumínio, cobre, estanho, ferro, gálio e níquel — poderiam ser usados para fazer a peça que está sendo projetada pela engenheira? Explique sua escolha.

11. Para a realização de um experimento de Química (em um laboratório situado ao nível do mar e adequadamente equipado para seguir todas as normas de segurança), é necessário que as substâncias água, benzeno, bromo e fenol estejam líquidas.

Deduz a qual é a faixa de temperatura em que esse experimento deve ser realizado a fim de atender a essa exigência. Justifique sua resposta.

Nessa faixa de temperatura, em que fase estaria o iodo?

Temperatura de fusão (TF) e temperatura de ebulição (TE) de algumas substâncias, em graus Celsius (°C), submetidas à pressão atmosférica ao nível do mar		
Substância	TF	TE
Água	0	100
Alumínio	660	2.519
Benzeno	6	80
Bromo	-7	59
Cobre	1.085	2.560
Estanho	232	2.586
Fenol	41	182
Ferro	1.538	2.861
Gálio	30	2.229
Iodo	114	184
Níquel	1.455	2.913

Fonte: W. M. Haynes (Ed.), *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 92. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011, p. 3-4ss e 4-44ss.

GRÁFICO

O gráfico expressa a relação entre massa (m) e volume (V) para o níquel e para o titânio.

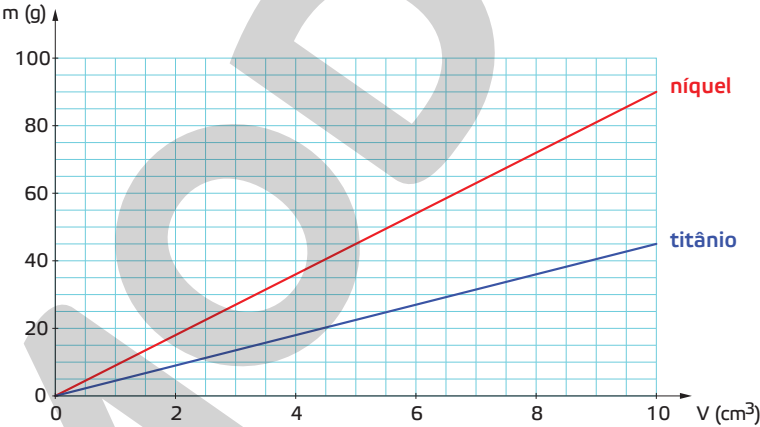


ILUSTRAÇÃO DOS AUTORES

12. Um pedaço de níquel e outro de titânio têm mesmo volume. Qual tem maior massa?
13. Considerando amostras de níquel e titânio de mesma massa, qual tem maior volume?
14. Qual é a massa de um cubo maciço de níquel de volume 5 cm³?
15. Uma esfera maciça de titânio tem massa 45 g. Qual é o volume dessa esfera?
16. Qual dos dois metais é o mais denso? Quantas vezes ele é mais denso que o outro?

16. O níquel é duas vezes mais denso que o titânio. Utilizando os exemplos de leitura do gráfico das atividades 14 e 15, podemos calcular a densidade dos dois metais. Uma amostra de 45 g de titânio apresenta volume 10 cm³ e, portanto, a densidade do titânio é 4,5 g/cm³. No caso do níquel, uma amostra de 45 g tem 5 cm³ de volume e, assim, a densidade do níquel é 9,0 g/cm³, o dobro da densidade do titânio.

EQUAÇÕES QUÍMICAS

17. A siderurgia é o ramo da indústria que visa à obtenção de ferro a partir de minérios de ferro. Um desses minérios, denominado hematita, contém a substância óxido ferroso. Nas indústrias siderúrgicas, além do minério, também é empregado carvão, que é constituído da substância carbono. Duas reações químicas que ocorrem nos fornos siderúrgicos podem ser representadas pelas equações químicas a seguir:

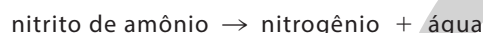
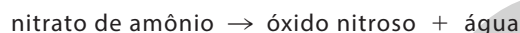


- Explique o significado dos sinais de mais (+) que aparecem nessas equações.
- Esclareça o que a seta ($\rightarrow$) indica nessas equações.
- Expresse, com palavras, o que cada uma das equações químicas representa.
- Quais são os reagentes de cada uma das duas reações químicas?
- Quais são os produtos dessas duas reações químicas?

INTERPRETAÇÃO DE EXPERIMENTOS

Em uma série de experimentos químicos, seguindo todas as normas de segurança laboratorial, as substâncias nitrato de amônio, nitrito de amônio e amônia foram submetidas a condições que provocaram sua decomposição.

Os resultados estão expressos a seguir:



Duas das substâncias produzidas foram submetidas a condições adequadas para serem decompostas, e os resultados foram:



Testando as substâncias nitrogênio, hidrogênio e oxigênio, os químicos verificaram que elas não se decompõem em nenhuma circunstância.

Fundamentado nessas informações, realize as atividades 18 a 21.

- No texto acima, foram citadas **oito** substâncias. Relacione o nome delas em seu caderno.
- Quais das oito substâncias relacionadas são **substâncias compostas**? Justifique.
- Quais das oito substâncias relacionadas são consideradas **substâncias simples** (também denominadas **substâncias elementares** ou **elementos químicos**)? Justifique.
- Deduza quais são os elementos que compõem (isto é, que fazem parte da composição, da constituição química de) cada uma das substâncias respondidas na atividade 19.

- a) Os sinais de mais (+) existentes nas equações podem ser lidos como "e".
 - b) A seta ($\rightarrow$) indica que as substâncias representadas à esquerda dela transformam-se na(s) substância(s) representadas à direita.
 - c) Primeira equação: Carbono e oxigênio reagem formando monóxido de carbono.
Segunda equação: Óxido ferroso e monóxido de carbono reagem formando ferro e dióxido de carbono.
 - d) Os reagentes da primeira reação são carbono e oxigênio e os da segunda são óxido ferroso e monóxido de carbono.
 - e) O produto da primeira reação é monóxido de carbono e os produtos da segunda reação são ferro e dióxido de carbono.
18. As oito substâncias citadas são: nitrato de amônio, óxido nitroso, água, nitrito de amônio, nitrogênio, amônia, hidrogênio, oxigênio.
19. São substâncias compostas: nitrato de amônio, nitrito de amônio, amônia, óxido nitroso e água. Elas podem ser decompostas em outras, o que evidencia que são substâncias compostas.
20. São substâncias simples: nitrogênio, hidrogênio e oxigênio. A conclusão se fundamenta no fato de essas substâncias não se decomporem em outras.
21. O **nitrato de amônio** é composto dos elementos nitrogênio, hidrogênio e oxigênio; o **nitrito de amônio** é composto de nitrogênio, hidrogênio e oxigênio; a **água** é composta de hidrogênio e oxigênio; a **amônia** é composta de nitrogênio e hidrogênio; o **óxido nitroso** é composto de nitrogênio e oxigênio.

22. a) As massas que faltam na tabela podem ser obtidas igualando-se a soma das massas de nitrogênio e hidrogênio (produtos) à massa de amônia (reagente):

1ª linha: 14 g

2ª linha: 6 g

3ª linha: 42 g

- b) A relação (divisão) entre as massas de nitrogênio e de hidrogênio, $\frac{\text{massa de nitrogênio}}{\text{massa de hidrogênio}}$, é constante:

$$\frac{14 \text{ g}}{3 \text{ g}} = \frac{28 \text{ g}}{6 \text{ g}} = \frac{42 \text{ g}}{9 \text{ g}}$$

23. a) O valor de x pode ser obtido pela Lei de Lavoisier: $x = 1 \text{ g}$

- b) Os demais valores podem ser determinados pela Lei de Proust, usando a primeira linha como referência; os valores que faltam na segunda e na terceira linha também podem ser determinados pela Lei de Lavoisier (como em a):

carbono + hidrogênio

3 g 1 g

6 g 2 g

9 g 3 g

12 g 4 g

15 g 5 g

75 g 25 g

- c) A última linha permite afirmar que 100 g de metano contém 75 g de carbono e 25 g de hidrogênio. Portanto, a afirmação é correta.

24. a) Símbolos químicos; representam elementos:

- H: indica hidrogênio;
- N: indica nitrogênio;
- O: indica oxigênio.

- b) Fórmula química, que representa a molécula da substância: nela, há um átomo de hidrogênio, um de nitrogênio e três de oxigênio.

- c) 5 átomos/3 elementos.

25. Correspondem a substâncias **puras** aquelas amostras formadas pelo mesmo tipo de molécula, o que está mostrado apenas nos desenhos 1, 2, 3 e 4.

PROPORÇÃO MATEMÁTICA

22. Os seguintes dados referem-se à decomposição da amônia:

Decomposição de:	amônia	→	nitrogênio	+	hidrogênio
17 g de amônia	17 g		?		3 g
34 g de amônia	34 g		28 g		?
51 g de amônia	51 g		?		9 g

- a) Use a Lei de Lavoisier para prever os valores que faltam e registre-os no seu caderno.

- b) Mostre que os valores obtidos obedecem à Lei de Proust.

23. O metano, também conhecido como “gás dos pântanos”, é uma substância composta pelos elementos carbono e hidrogênio. Considerando os dados da tabela abaixo, referentes à decomposição de diferentes quantidades desse gás:

Decomposição de:	metano	→	carbono	+	hidrogênio
4 g de metano	4 g		3 g		x
8 g de metano	8 g		6 g		?
12 g de metano	12 g		9 g		?
16 g de metano	16 g		?		?
20 g de metano	20 g		?		?
100 g de metano	100 g		?		?

- a) Determine o valor de x e explique como chegou a ele.

- b) Copie a tabela em seu caderno e determine os valores que devem ser colocados no lugar das interrogações. Explique o raciocínio que você usou para chegar a eles.

- c) Com base na tabela completa, pode-se afirmar que a composição do metano, **em massa**, é de 75% de carbono para 25% de hidrogênio? Explique.

REPRESENTAÇÕES QUÍMICAS

24. O ácido nítrico, representado por HNO_3 , é muito útil na indústria química, especialmente na produção de fertilizantes.

- a) As indicações “H”, “N” e “O”, que aparecem nessa representação, são símbolos químicos ou fórmulas químicas? O que indicam?

- b) A representação “ HNO_3 ” é um símbolo químico ou uma fórmula química? O que representa?

- c) De acordo com essa representação, quantos átomos e quantos elementos formam a molécula do ácido nítrico?

MODELO CIENTÍFICO

25. Um dos assuntos deste capítulo é a interpretação de modelos que representam as substâncias em nível molecular.

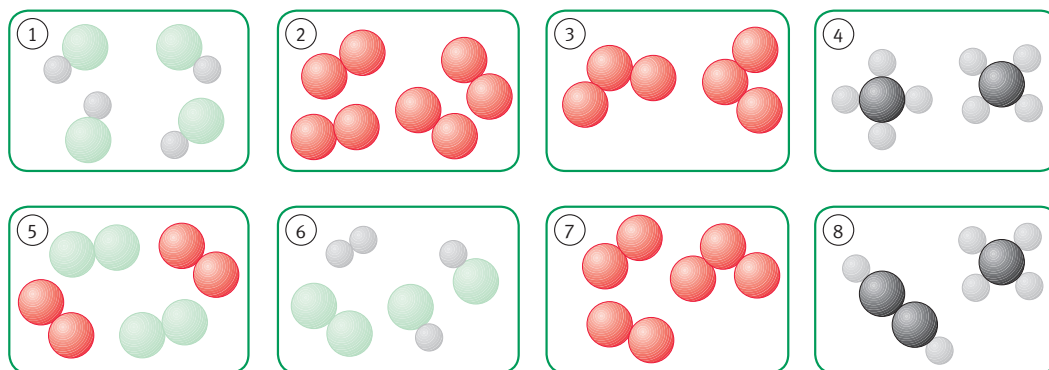
As perguntas dos itens a seguir referem-se à interpretação dos desenhos da página seguinte, nos quais esferas de uma mesma cor representam átomos de um mesmo elemento químico,

e esferas de cores diferentes representam átomos de elementos distintos.

Responda, justificando, qual(is) dos modelos representa(m):

- a) substância pura simples;
b) substância pura composta;
c) mistura de substâncias.

- a) Quando as moléculas de uma substância pura são formadas por átomos de um mesmo elemento químico, trata-se de uma substância pura e **simples**. Isso corresponde aos desenhos 2 e 3.
b) Quando as moléculas de uma substância pura são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos, trata-se de uma substância pura e **composta**. Isso corresponde aos desenhos 1 e 4.
c) Misturas de substâncias estão representadas nos desenhos 5, 6, 7 e 8, em que há dois ou mais tipos diferentes de moléculas. Cada tipo de molécula representa uma substância componente da mistura.



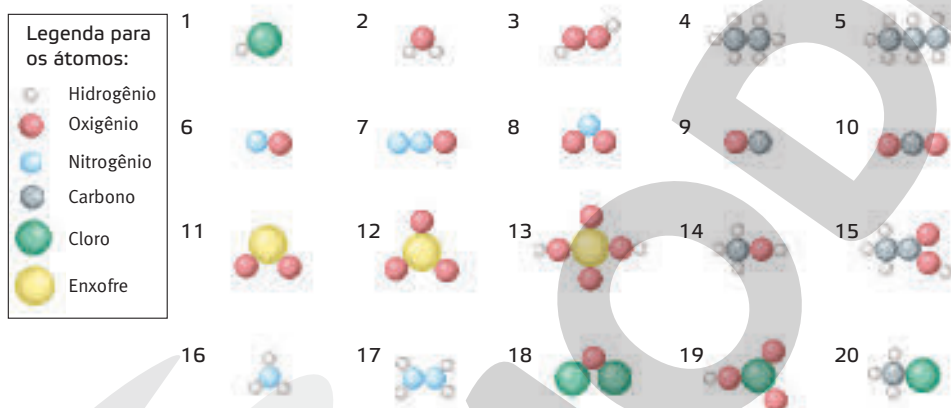
Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

26. Para os modelos da atividade anterior, considere a legenda:



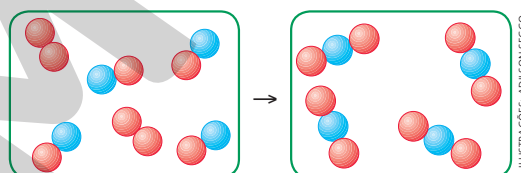
- a)** Procure no texto deste capítulo o símbolo de cada um desses elementos químicos e escreva-os em seu caderno.
b) Escreva a fórmula da(s) substância(s) representada(s) em cada um dos desenhos de **1** até **8** da atividade anterior.

27. Considerando o código ilustrado abaixo, à esquerda, escreva a fórmula que representa cada uma das seguintes moléculas.



28. O esquema ao lado representa um sistema antes e depois de uma reação química. As esferas vermelhas indicam átomos de oxigênio, e as azuis, átomos de nitrogênio.

- a)** Escreva as fórmulas dos reagentes e do produto.
b) Represente a reação que ocorreu por meio de uma equação química. Não se esqueça de balanceá-la.



Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

É interessante comentar que existe um costume para a ordem dos símbolos na fórmula e que você vai usá-la em sala, para os alunos se acostumarem com ela. Não há razão, porém, para cobrar tal conhecimento no 9º ano.

Interpretar corretamente a quantidade e a diversidade de átomos numa molécula já é um importante passo para esse nível de escolaridade. **Este comentário é extensivo às próximas atividades.**

- 27.** 1) HCl 11) SO₂
 2) H₂O 12) SO₃
 3) H₂O₂ 13) H₂SO₄
 4) C₂H₆ 14) CH₄O
 5) C₃H₈ 15) C₂H₄O₂
 6) NO 16) NH₃
 7) N₂O 17) N₂H₄
 8) NO₂ 18) Cl₂O
 9) CO 19) HClO₃
 10) CO₂ 20) CH₃Cl

28. a) Reagentes: NO e O₂.
 Produto: NO₂.

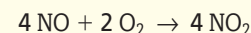
- b)** No desenho inicial há:
 • 4 moléculas de NO e
 • 2 moléculas de O₂.

No desenho final há:

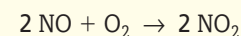
- 4 moléculas de NO₂.

Assim, 4 moléculas de NO e 2 moléculas de O₂ se transformaram em 4 moléculas de NO₂.

Isso pode ser equacionado como:



Mas, buscando a simplicidade dos menores números inteiros, podemos (de modo mais adequado) representá-la como:



26. a) Hidrogênio – H; flúor – F; oxigênio – O e carbono – C.

b) 1. HF 2. O₂ 3. O₃ 4. CH₄ 5. F₂ e O₂ 6. H₂, HF e F₂ 7. O₂ e O₃ 8. CH₄ e C₂H₂

Não há, em princípio, obrigatoriedade de os alunos “adivinharem” a ordem em que habitualmente escrevemos os elementos químicos nas fórmulas. Assim, se algum aluno escrever H₄C em vez de CH₄, ele estará correto à luz das informações de que dispõe.

29. No sistema inicial há 6 átomos do elemento representado em roxo – vamos adotar para ele o símbolo **R** –, e 6 do representado em amarelo – vamos adotar para ele o símbolo **A**.

Assim:

A. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de **R** e apareceram átomos de **A**.

B. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de **R** e apareceram átomos de **A**.

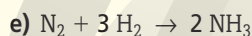
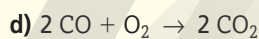
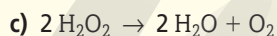
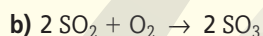
C. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de **R** e de **A** e, além disso, apareceram átomos de um outro elemento (que está representado em outra cor).

D. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de **A** e apareceram átomos de **R**.

E. **Pode** representar a situação final, porque a quantidade dos átomos se mantém inalterada; os átomos apenas se recombinaram, de moléculas de **R₂** e **A₂** em moléculas de **RA**.

F. Não pode representar a situação final, porque desapareceram átomos de **R** e de **A** e, além disso, apareceram átomos de outro elemento.

30. a) Está balanceada.

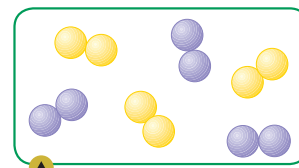


31. Exemplos de respostas estão abaixo. A legenda é:



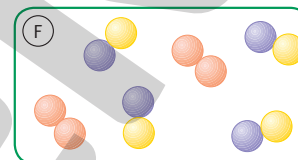
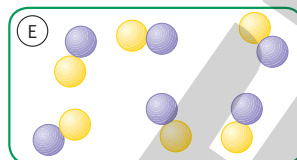
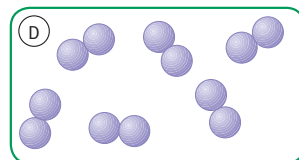
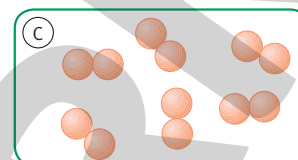
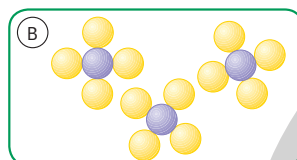
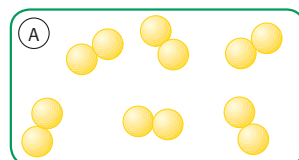
29. Nos desenhos ao lado e abaixo, esferas de mesma cor indicam átomos de um mesmo elemento químico e esferas de cores diferentes, átomos de elementos distintos.

O desenho ao lado representa moléculas inicialmente presentes em um sistema. Após uma reação química envolvendo essas moléculas, sabe-se que o sistema final corresponde a **um** dos desenhos abaixo. Analise-os e conclua qual deles corresponde à situação final do sistema. Justifique, para cada um dos desenhos, por que ele pode ou não representar a situação final.



Situação inicial.

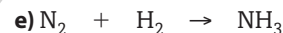
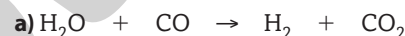
Os átomos que formam as moléculas estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.



ILUSTRAÇÕES: ADISON SECCO

EQUAÇÃO QUÍMICA

30. Equação química é uma representação para determinada reação química. Como foi visto neste capítulo, todos os átomos presentes nos reagentes devem estar presentes nos produtos. Verifique se cada uma das equações químicas ao lado está balanceada e, no caso de não estar, faça o balanceamento.



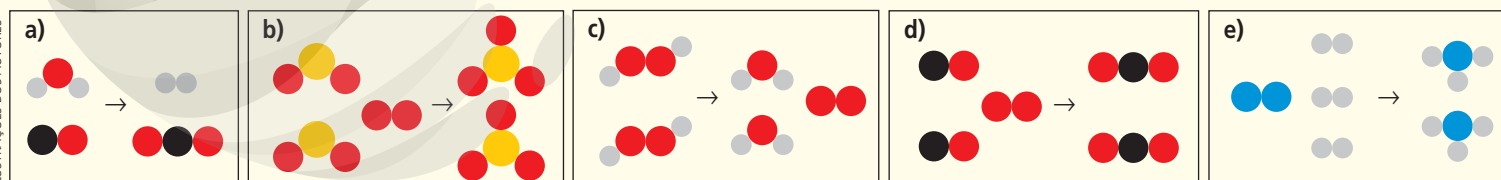
MODELO CIENTÍFICO

31. No caderno, represente cada uma das reações químicas equacionadas na atividade anterior. Utilize esferas coloridas para representar os átomos; uma cor para cada elemento químico.

Seu aprendizado não termina aqui

Neste capítulo, você estudou que a decomposição da água produz gás oxigênio e gás hidrogênio, e que este último é combustível e oferece sério risco de explosão. Apesar disso, já há muitos estudos para o desenvolvimento

de uma tecnologia segura para aproveitar o gás hidrogênio como combustível em automóveis. Nos próximos anos, é bastante provável que novidades sejam anunciadas. Esteja atento às notícias sobre isso.



CARGAS ELÉTRICAS E MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

Durante o voo, a abelha sofre eletrização. Ao pousar na flor, o pólen adere ao inseto porque ele está eletrizado. O que é eletrização? Como algo pode se eletrizar? Que relação existe entre a eletrização e os átomos que constituem os materiais?
(Abelha coberta de grãos de pólen, em flor de girassol. Comprimento do animal: 1,3 cm.)

Foto de abertura

Estimule os estudantes a responderem em voz alta as perguntas da legenda da foto dessa página e aproveite-as para perceber as concepções prévias dos estudantes sobre cargas elétricas.

Você pode retomar essas resposta após o item 7 do capítulo, convidando os estudantes a reavaliarem suas respostas.

Conteúdos procedimentais sugeridos

- Manipular materiais simples para realizar um experimento de eletrização por atrito.
- Montar um modelo de átomo que respeite as proporções entre raio do núcleo e raio da eletrosfera, escolhendo o objeto mais adequado para representar o núcleo, a fim de que o átomo representado caiba na sala de aula ou, pelo menos, no terreno da escola.
- Consultar a tabela periódica dos elementos de modo a obter informações sobre o nome, símbolo e número atômico dos elementos.
- De posse da tabela periódica, determinar, para certo átomo neutro, o número de prótons, o de elétrons e o de nêutrons.

Manipular materiais simples para realizar um experimento de eletrização por atrito é o que se pretende desenvolver com o experimento que abre o capítulo.

O segundo conteúdo procedimental listado para este capítulo pode ser realizado com a *Sugestão de atividade*, mais à frente.

Os demais podem ser desenvolvidos com as atividades do final do capítulo, das seções *Use o que aprendeu* e *Explore diferentes linguagens*.

Atente!

Aproveitando o quadro *Atenção*, dessa página, discuta, desde já, a necessidade de cuidados referentes à eletricidade e retome-os ao trabalhar os temas aterramento de objetos (item 6) e para-raio (item 7).

Principais conteúdos conceituais

- Interação entre cargas elétricas
- Eletrização por atrito
- Condutores elétricos e isolantes elétricos
- Eletrização por contato
- Aterramento de um objeto
- Descargas elétricas
- Noções sobre a época em que foram descobertos elétron, próton e nêutron
- Modelo atômico de Rutherford
- Número atômico
- Número de massa
- Conceituação moderna de elemento químico
- Isótopos
- Estrutura da tabela periódica: períodos e grupos
- Metais e não metais
- Elementos representativos, de transição e de transição interna

Podemos reconhecer, dentro do capítulo, dois grandes blocos de conteúdos conceituais, que, por sua vez, podem ser subdivididos em outros menores. O primeiro deles aborda as cargas elétricas e suas interações. Suas subdivisões são três:

- Na primeira, mostra-se a eletrização por atrito e introduzem-se os conceitos de carga elétrica e de interação entre cargas. O livro não faz um tratamento quantitativo da força elétrica (Lei de Coulomb, assunto tradicionalmente abordado no Ensino Médio).
- Na segunda, são apresentados os conceitos de isolante elétrico, de condutor elétrico e de eletrização por contato.

MOTIVAÇÃO



Objetivo

- Observar uma situação de eletrização por atrito e evidenciar a atração entre corpos eletrizados com cargas elétricas de diferentes sinais.

Você vai precisar de:

- um balão de borracha
- ajuda de colegas

Procedimento

1. Faça esse experimento em um dia seco. Encha o balão e feche-o com um nó.
2. Esfregue o balão vigorosamente no cabelo por cerca de um minuto. O cabelo deve estar seco e sem creme, gel ou outros produtos.
3. Pare de esfregar o balão, mantenha-o encostado ao cabelo e posicione-se como na figura.
4. Solte o balão e peça a seus colegas que observem o que ocorrerá. A seguir, é sua vez de observar e de outro colega fazer o mesmo que você fez. Tente explicar o que foi observado.



RODRIGO ARAÚJO

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Eletricidade

O experimento acima tem a ver com a *eletricidade*. Para muitas pessoas, a palavra *eletricidade* faz lembrar coisas como eletrodomésticos, computadores, conta de energia elétrica, pilhas e baterias, iluminação e motores elétricos.

A eletricidade, no entanto, é muito mais do que isso. Fenômenos (acontecimentos) de origem elétrica são presenciados há muito tempo pela humanidade.

Neste capítulo, vamos estudar alguns dos fundamentos da **Eletricidade**, uma importante área científica cujas aplicações estão bastante presentes na vida dos seres humanos. Aprenderemos algo sobre as cargas elétricas e as interações atrativas ou repulsivas que ocorrem entre elas.

2 Cargas elétricas

Cargas elétricas são de dois tipos: positivas e negativas

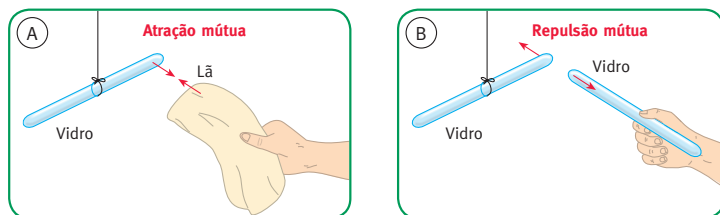
Um experimento relacionado aos primórdios do estudo da eletricidade pode ser realizado com um bastão de vidro pendurado por um barbante.

Se atritarmos esse bastão em um pedaço de lã, notaremos que ambos se **atraem** mutuamente. Veja a figura A (página seguinte).

ATENÇÃO!

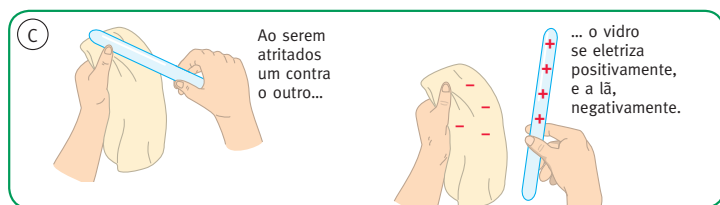
Por razão de segurança, para realizar qualquer experimento de Eletricidade, você deve ter a **AUTORIZAÇÃO** e a **SUPERVISÃO** de seu professor, mesmo que aparente ser algo inofensivo.

Se atritarmos o bastão de vidro no tecido de lã, o deixarmos pendurado e aproximarmos dele outro bastão de vidro que tenha sido friccionado em outro pedaço de lã, notaremos que os bastões se **repelem**, conforme está esquematizado na figura B.



Representações esquemáticas da atração (A) e da repulsão (B) entre corpos eletrizados. (Cores fantasiosas.)

Essas observações demonstram a ocorrência de fenômenos elétricos. Ao atritarmos os materiais vidro e lã, o bastão de vidro passa a ser portador de **carga elétrica positiva**, e o pedaço de lã, de **carga elétrica negativa** (veja a figura C). Os sinais de positivo e negativo atribuídos a essas cargas nos esquemas são uma convenção científica.

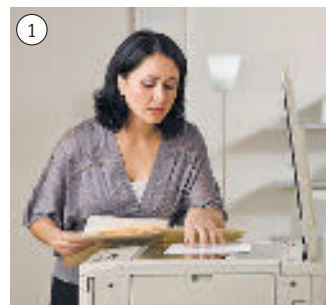
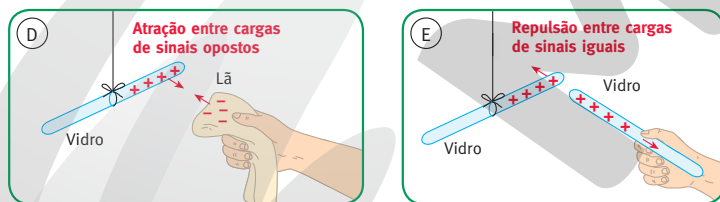


Representação esquemática da eletrização por atrito. (Cores fantasiosas.)

Cargas elétricas interagem

Quando atritados em outros, muitos materiais ficam **eletrizados**, isto é, adquirem carga elétrica. Nesse processo, um dos materiais adquire carga elétrica positiva, e o outro, carga elétrica negativa.

Por meio de experimentos semelhantes aos descritos anteriormente com o vidro e a lã, os cientistas concluíram que **cargas elétricas de sinais diferentes se atraem** e que **cargas elétricas de sinais iguais se repelem**. Quando vidro e lã são friccionados, passam a ter cargas elétricas de sinais diferentes e, portanto, passam a se atrair. Já os dois bastões de vidro, quando adquirem cargas elétricas de mesmo sinal, passam a se repelir. (Veja as figuras D e E.)



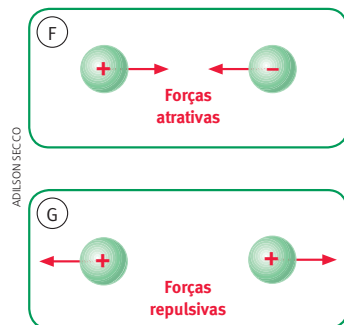
1. O funcionamento das máquinas fotocopadoras se baseia no princípio da atração entre cargas positivas e negativas. Em dias secos, a folha de papel pode sair da máquina levemente eletrizada e, por isso, tende a atrair cabelos soltos e fiapos de tecidos.
2. Quando uma escova plástica é atritada no cabelo seco, ambos ficam eletrizados e passam a se atrair mutuamente.
3. Em épocas de ar seco, o atrito do agasalho de lã com o revestimento de tecido do banco do automóvel pode deixar ambos os materiais eletrizados. Um deles adquire carga positiva, e outro, carga negativa.

Representações esquemáticas da atração (D) e da repulsão (E) entre cargas elétricas. (Cores fantasiosas.)

- Na terceira, o capítulo discute o que é o aterramento de um objeto e o que são as descargas elétricas (propiciando a compreensão da origem dos raios e também dos choques que uma pessoa pode levar quando está eletrizada e toca em objetos metálicos).

O segundo grande bloco aborda o modelo atômico de Rutherford, apresenta a conceituação moderna de elemento químico (vinculada ao conhecimento de número atômico), introduz a tabela periódica dos elementos e discute o conceito de isótopos. Enfim, esse segundo bloco explora aspectos introdutórios da natureza elétrica da matéria. Para maior clareza, podemos subdividi-lo em blocos menores, de acordo com a meta de cada um:

- Noções sobre a estrutura elétrica da matéria, mencionando o modelo de átomo constituído por prótons, nêutrons e elétrons.
- Retoma-se o conceito de elemento químico (já abordado, de forma introdutória, no capítulo anterior), ampliando-o para o modo como é usado atualmente.
- Elabora-se a representação de um átomo, com símbolo, número atômico e número de massa.
- A tabela periódica é apresentada e comentam-se algumas terminologias associadas a ela.
- Apresenta-se o conceito de isótopo, que permite reforçar o conceito de elemento químico.



Representações esquemáticas de forças de atração (F) e de repulsão (G) entre dois corpos. (Cores fantasiosas.)

A interação entre dois corpos portadores de cargas elétricas é um acontecimento mútuo, em que um deles atua sobre o outro, exercendo uma força sobre ele, e esse outro corpo atua simultaneamente sobre o primeiro, também exercendo uma força sobre ele. Em outras palavras, sobre cada um dos dois corpos atua uma **força** que se deve à presença do outro.

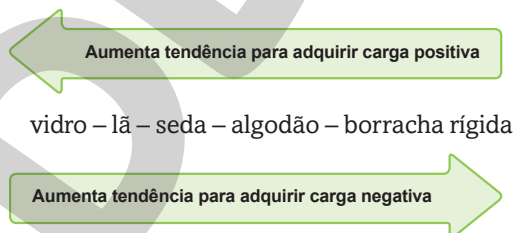
Se os dois corpos apresentam cargas de sinais opostos, as forças tendem a fazê-los se aproximar (figura F). No entanto, se os dois corpos possuem cargas de mesmo sinal, as forças tendem a fazê-los se afastar (figura G).

3 Eletrização por atrito

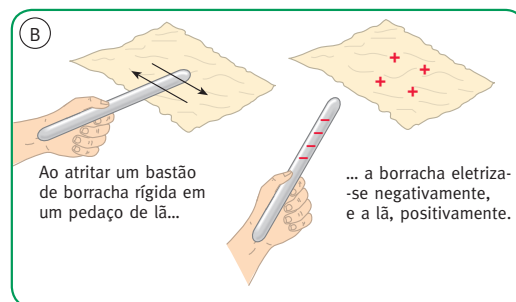
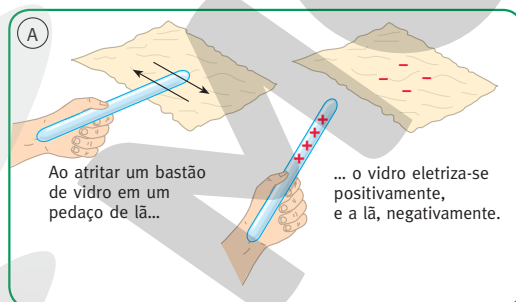
Diferentes materiais têm diferentes tendências à eletrização

Quando vidro e lã são atritados, dizemos que ambos os materiais adquirem carga elétrica pelo processo de **eletrização por atrito**.

Com base em muitos experimentos similares, foi possível aos cientistas determinar a tendência dos materiais a adquirir carga elétrica positiva ou negativa, quando atritados uns com os outros. Essa tendência pode ser expressa por meio de uma sequência como a mostrada abaixo:



Com base nessa sequência, podemos afirmar, por exemplo, que a lã adquire carga negativa se atritada com um bastão de vidro (figura A), mas carga positiva se atritada com um bastão de borracha rígida (figura B).



Representações esquemáticas da eletrização por atrito em materiais distintos. (Cores fantasiosas.)

O experimento do balão de borracha

Já é possível interpretar o resultado do experimento do início do capítulo. Quando o balão de borracha é atritado no cabelo, ocorre eletrização por atrito.

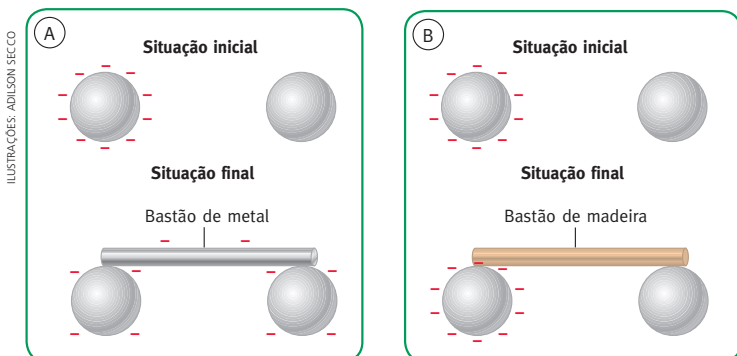
Uma vez eletrizados, o balão e o cabelo passam a ser portadores de cargas elétricas de sinais opostos e, por isso, passam a se atrair (figura ao lado).



Balão e cabelo, eletrizados com cargas de sinais opostos, atraem-se mutuamente.

4 Condutores elétricos e isolantes elétricos

Imagine duas esferas de metal um pouco afastadas entre si, uma delas eletrizada com carga negativa e a outra não eletrizada. Se um bastão de metal tocar as duas esferas simultaneamente, verifica-se que parte da carga elétrica é transferida para a outra esfera (figura A). Porém, se utilizássemos um bastão de madeira, a carga permaneceria na esfera eletrizada, e a outra não receberia nem um pouco dessa carga (figura B).



Representações esquemáticas da atuação de material condutor elétrico (A) e isolante elétrico (B). (Cores fantasiosas.)

Esse experimento evidencia que o metal é um material **condutor elétrico** e que a madeira é um material **isolante elétrico**.

De fato, os condutores elétricos mais conhecidos são os metais, tais como o cobre, o ferro, o alumínio, o ouro e a prata. Entre eles, o cobre, metal de aspecto marrom-avermelhado, é usado na fiação elétrica das casas e edifícios de apartamentos.

Entre os isolantes elétricos podemos citar, além da madeira, os plásticos em geral, o ar (a temperatura e pressão ambientes) e as borrachas.

A maioria dos materiais conhecidos se encaixa em um destes dois grupos: condutor elétrico ou isolante elétrico. Há, contudo, certos materiais que não se enquadram bem em nenhuma dessas duas categorias, mas, sim, em um grupo intermediário, conhecido como **semicondutores**. Dois exemplos são o silício e o germânio, empregados na indústria para elaborar alguns componentes usados em aparelhos eletrônicos.

ATENÇÃO!

A parte interna de equipamentos elétricos pode oferecer **RISCO DE QUEIMADURAS, CHOQUE ELÉTRICO E MORTE**, às vezes mesmo depois de desligados da tomada. Por isso, a abertura e o conserto desses equipamentos devem ser feitos por profissionais treinados para isso.



Nos componentes de circuitos eletrônicos, são empregados condutores elétricos (cobre, por exemplo) nas partes que conduzem as cargas elétricas, e isolantes elétricos (como o material chamado baquelite) nas partes que não devem ser condutoras de eletricidade. Além disso, há alguns importantes componentes que são produzidos com semicondutores (silício, por exemplo).

Conteúdos atitudinais sugeridos

- Estar consciente da origem dos choques que podem acontecer, em épocas de ar seco, ao se tocar em objetos metálicos, tais como maçanetas e carcaças de automóvel.
- Reconhecer a importância dos para-raios na prevenção de acidentes.
- Perceber que, na história da Ciência, teorias e modelos são aprimorados ou substituídos por outros melhores.
- Compreender que a Ciência é um constructo humano.

Ao ensinar o tema “eletricidade” neste nível de escolaridade, é importante desenvolver no estudante atitudes de segurança relativas à eletricidade, e há vários momentos do capítulo que fornecem a oportunidade de enfatizar tais atitudes.

Atividades

Ao final do item 4, são indicados os exercícios 1 a 3 do Use o que aprendeu.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

eletrização por atrito Acontecimento em que dois materiais, atritados um contra o outro, adquirem cargas elétricas de sinais opostos.

eletrização por contato Acontecimento em que parte da carga de um objeto eletrizado é transferida para outro que o toque.

condutor elétrico Material através do qual cargas elétricas podem se movimentar com facilidade.

isolante elétrico Material que oferece grande resistência à movimentação de cargas elétricas através dele.

Atividades

Ao final do item 5, pode-se propor aos alunos o exercício 4 do *Use o que aprendeu*.

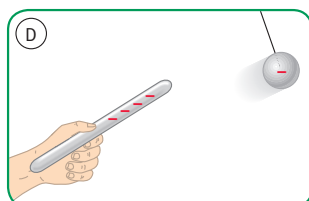
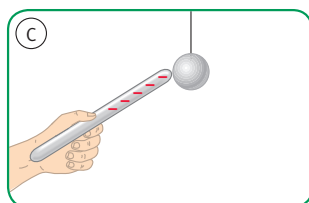
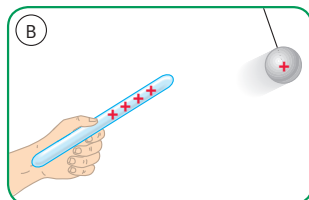
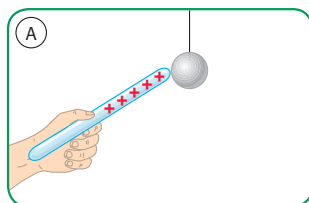
E, ao final do item 6, os estudantes já têm condições de fazer o exercício 5 do *Use o que aprendeu*.

5 Eletrização por contato

Quando um corpo eletrizado toca um corpo eletricamente neutro (isto é, sem carga elétrica), parte de sua carga é transferida para ele, que também passa a ficar eletrizado. Esse processo é a **eletrização por contato**.

Na figura A, um bastão de vidro positivamente eletrizado toca uma pequena esfera de metal, eletricamente neutra, suspensa por um fio. Nesse contato, a carga positiva se distribui entre o bastão e a esfera, de modo que ela também fica eletrizada positivamente. Com isso, a esfera passa a ser repelida pelo bastão, como indica a figura B.

Na figura C, um bastão de borracha negativamente eletrizado toca uma pequena esfera de metal, eletricamente neutra, suspensa por um fio. Parte da carga negativa é transferida do bastão para a esfera, eletrizando-a negativamente. Com isso, ela passa a ser repelida pelo bastão, como mostra a figura D.



Representações esquemáticas da eletrização por contato. (Cores fantasiosas.)

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

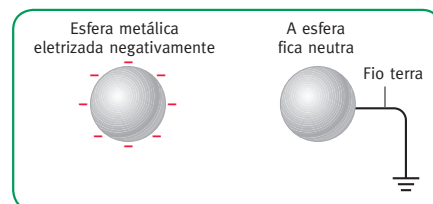
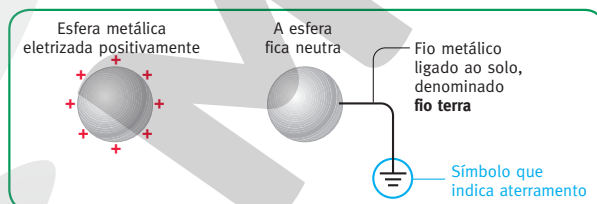
- eletrização por atrito
- eletrização por contato
- condutor elétrico
- isolante elétrico

6 Aterramento de um objeto

Verifica-se que, quando um corpo eletrizado positiva ou negativamente é colocado em contato com o solo terrestre, diretamente ou por meio de um material condutor, ele torna-se eletricamente neutro.

Sabe-se que o solo é um condutor elétrico devido à presença de água com sais minerais dissolvidos. Quando um objeto eletrizado toma contato com o solo, transfere para ele sua carga elétrica. É como se, por meio da eletrização por contato, a carga do objeto fosse repartida com o planeta. Como o planeta é muito maior do que o objeto, toda a carga do objeto acaba sendo transferida para a Terra.

Quando um objeto é colocado em contato com o solo, podendo transferir para ele sua carga elétrica, dizemos que está **aterado**. O aterramento pode ser feito por meio de um fio metálico que, nesse caso, é denominado **fio terra**.



Representações esquemáticas de aterramento de condutores eletrizados. (Cores fantasiosas.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

7 Descargas elétricas no ar

Raios

O ar, quando está na pressão e na temperatura ambientes, é um isolante elétrico. Se um corpo eletrizado está separado pelo ar de um corpo não eletrizado, não haverá transferência de carga elétrica do primeiro para o segundo, porque o ar é isolante. Se, no entanto, um fio de cobre tocasse os dois corpos simultaneamente, então haveria transferência de carga, porque o metal é um condutor elétrico.

Um condutor elétrico (cobre, por exemplo) oferece **baixa resistência** à passagem de cargas elétricas. Já um material isolante elétrico (ar, por exemplo) oferece **alta resistência** à passagem de carga elétrica. Porém, quando corpos estão eletrizados com cargas muito elevadas ou quando estão muito próximos, a resistência que um material isolante elétrico oferece pode não ser suficiente para impedir a transferência de cargas elétricas de um corpo para outro. Essa transferência pode acontecer, acompanhada de luz e ruído, na forma de uma faísca momentânea conhecida como **descarga elétrica**.

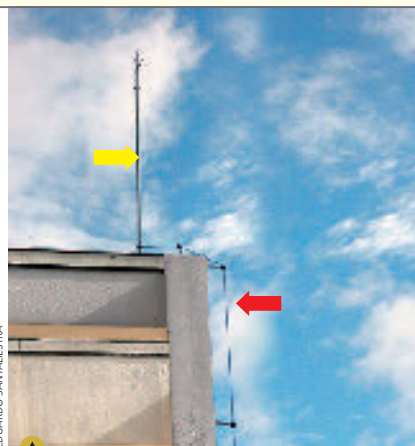
Um exemplo são os **raios** que ocorrem nas tempestades. As nuvens podem ficar altamente eletrizadas durante uma tempestade e, em decorrência disso, pode acontecer uma descarga elétrica que transfere carga da nuvem para o solo. Essa descarga elétrica produz uma luminosidade, que conhecemos como **relâmpago**, e um forte ruído, ao qual nos referimos como **trovão**.

ATENÇÃO!

NUNCA TOQUE NO FIO METÁLICO DO PARA-RAIOS SE ESTIVER CHOVENDO OU AMEAÇANDO CHUVA, pois, se um raio atingir o para-raios, isso poderá ser fatal.



ERNESTO REIGHRANPULSAR IMAGENS



EDUARDO SANTALESTRA

Um para-raios consiste em uma **haste metálica** (indicada pela seta amarela), posicionada em local mais elevado do que os prédios e as pessoas que visa proteger, ligada à terra por um **grosso fio metálico** (indicado pela seta vermelha). Um raio tem maior tendência a atingir essa haste do que os prédios e as pessoas, propiciando a transferência das cargas elétricas para o solo.



PENNSYLVANIA ACADEMY OF THE FINE ARTS, PHILADELPHIA, USA

O cientista estadunidense Benjamin Franklin (1706-1790) dedicou-se, entre outras atividades, ao estudo de fenômenos elétricos. Atribuem-se a ele a invenção do para-raios e a introdução dos termos **positiva** e **negativa** para referir-se às cargas elétricas.

As descargas elétricas entre nuvem e solo, que podem ocorrer durante as tempestades, originam um efeito luminoso, o relâmpago, e um efeito sonoro, o trovão. (Londrina, PR.)

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto "Por que os para-raios são pontudos?".

Atividades

Ao final do item 7, o momento é oportuno para os alunos fazerem os exercícios 6 a 8 do *Use o que aprendeu* e as atividades 1 a 7 do *Explore diferentes linguagens*.

De olho na BNCC!

• EF09CI03

“Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.”

O desenvolvimento dessa habilidade se iniciou no capítulo anterior, prossegue neste e continuará no seguinte.

Neste capítulo, os estudantes conheceram alguns fatos que revelam a natureza elétrica da matéria, o que abre caminho para a percepção de que um modelo atômico precisa levar em consideração tal natureza.

O modelo atômico de Rutherford concilia evidências experimentais obtidas no final do século XIX e no início do século XX, muitas delas relacionadas a fenômenos elétricos. Por meio dele, podemos explicar, por exemplo, como ocorre a eletrização por atrito (veja o texto *Em destaque*, na página seguinte).

Uma característica importante do modelo de Rutherford é a de que, nele, o átomo não é indivisível, mas sim constituído de partículas subatômicas.

Um ponto que precisa ser do conhecimento do educador é que a proposição do modelo de Rutherford (1911) é anterior à descoberta do nêutron (1932). Assim, originalmente, esse modelo considerava o átomo constituído de prótons (no núcleo) e elétrons (na eletrosfera).



Representação esquemática de descarga elétrica entre mão eletrizada e maçaneta metálica. A seta indica ampliação. (Cores fantasiosas.)



Use a internet

Há endereços na internet que fornecem a umidade relativa do ar. Exemplos:

<<http://tempo.cptec.inpe.br/>>
<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>

(acessos: mar. 2018).

Quando a umidade relativa está muito baixa (30% ou menor), aumenta a chance de levar pequenos choques elétricos, conforme explicado nesta página.

Choques ao tocar em objetos de metal

Outro exemplo de situação em que pode haver descarga elétrica é quando nosso corpo está eletrizado e aproximamos a mão de algum objeto de metal. Nesse caso, quando a ponta do dedo está quase tocando o metal, a distância entre ambos é muito pequena e, antes de haver o toque, uma pequena descarga elétrica “salta” entre ambos, transferindo carga elétrica do dedo para o metal. Essa descarga provoca uma sensação dolorosa e desagradável no local. É, de fato, um pequeno choque elétrico.

Nosso corpo pode se eletrizar, por exemplo, por causa do atrito com o tecido de assentos de automóvel e de certas roupas, especialmente de material sintético, ou pelo raspar dos calçados em um carpete. E a descarga elétrica pode ocorrer, por exemplo, ao tocarmos em uma maçaneta de metal ou na lataria de um automóvel.

A probabilidade de levar esses pequenos choques ao tocar objetos de metal é **maior** em **dias secos** e menor em dias muito úmidos.

Nos dias muito úmidos, a água que está presente no ar sofre eletrização por contato na superfície de objetos eletricamente carregados. Por isso, a carga elétrica desses objetos pode passar gradualmente para a água atmosférica, até que o objeto eventualmente fique neutro. Portanto, a chance de o nosso corpo eletrizar-se e manter-se eletrizado é bem menor quando o ar está úmido, e a chance de levar choques em maçanetas e latarias de carro também.

8 Modelo atômico de Rutherford

Vimos, neste capítulo, que a matéria participa de fenômenos elétricos. Materiais como lã, plástico, vidro e seda podem ser eletrizados se forem atritados uns nos outros. Mas o **modelo atômico** de Dalton — isto é, a concepção científica elaborada por Dalton de como é o átomo —, que estudamos no capítulo anterior, não leva em conta aspectos elétricos da matéria.

Gases, de modo geral, não conduzem corrente elétrica quando à pressão ambiente. No entanto, na segunda metade do século XIX, alguns cientistas demonstraram que, quando submetidos a baixas pressões, os gases podem se tornar condutores elétricos. Realizando elaborados experimentos com descargas elétricas em gases, o cientista inglês Joseph John Thomson (1856-1940) concluiu em 1897, que existe uma partícula menor que o átomo, dotada de carga elétrica negativa. Essa partícula subatômica, isto é, menor que o átomo, passou a ser denominada **elétron**.

Após essa descoberta, ficou evidenciado que um átomo não é indivisível, diferentemente do que propõe o modelo de Dalton. Ainda no final do século XIX, novos experimentos conduziram à descoberta de outra partícula subatômica, que tem massa 1.836 vezes maior que a do elétron e é dotada de carga elétrica equivalente à dele, só que positiva. Para designar essa partícula é utilizado o nome **próton**.

Em 1911, o cientista neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) concluiu, com base em evidências experimentais, que:

- o átomo não é maciço; ele apresenta muito mais espaço vazio que preenchido;
- a maior parte da massa de um átomo se encontra em uma pequena região central (que chamamos **núcleo**), onde estão os prótons;
- na região ao redor do núcleo (que chamamos **eletrosfera**) movimentam-se os elétrons;
- o raio da eletrosfera é milhares de vezes maior que o raio do núcleo.

Essas ideias constituem o **modelo atômico de Rutherford**.

Em 1932, o inglês James Chadwick (1891-1974) concluiu que existe outra partícula subatômica de massa muito próxima à do próton, porém eletricamente neutra, ou seja, sem carga elétrica. Essa partícula é denominada **nêutron**. Os nêutrons localizam-se no núcleo do átomo, juntamente com os prótons.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- elétron
- próton
- nêutron
- modelo atômico

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

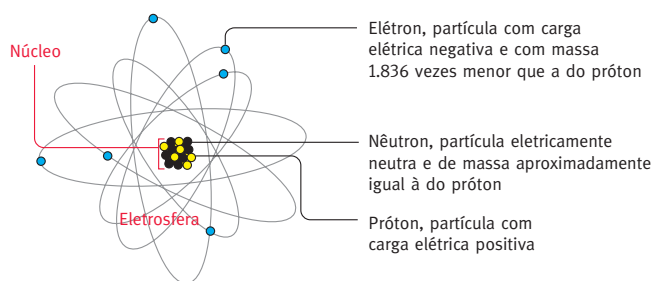
elétron Partícula subatômica de carga negativa.

próton Partícula subatômica de carga positiva e de massa 1.836 vezes maior que a do elétron.

nêutron Partícula subatômica sem carga elétrica e com massa aproximadamente igual à do próton.

modelo atômico Concepção científica de como é a estrutura do átomo.

Representação esquemática de um átomo



Esquema em cores fantasiosas e **fora de proporção**. O diâmetro da eletrosfera é milhares de vezes maior que o do núcleo. O núcleo está representado ampliado aproximadamente 590 bilhões de vezes, e a eletrosfera, cerca de 180 milhões de vezes. Um átomo apresenta, portanto, muito mais espaço vazio que preenchido.

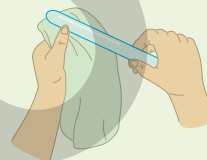
Fonte da representação esquemática:
H. S. Stoker. *General, Organic, and Biological Chemistry*. 4. ed. Boston: Houghton Mifflin, 2007. p. 48.

Em destaque

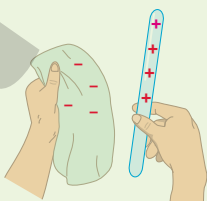
A explicação da eletrização por atrito

Neste capítulo, foi apresentado o fenômeno da **eletrização por atrito**, no qual dois materiais adquirem cargas elétricas de sinais opostos quando atritados um contra o outro. Como explicar tal acontecimento? A explicação científica para a eletrização por atrito considera que, **quando dois materiais são atritados, alguns elétrons são transferidos de um para outro**.

Assim, por exemplo, quando um bastão de vidro é esfregado em um tecido de lã, alguns elétrons do vidro são transferidos para a lã. Antes da eletrização, ambos os materiais estavam eletricamente neutros, ou seja, tinham carga total igual a zero. Neles, o total de prótons (que são positivos) era igual ao de elétrons (que são negativos). Após a eletrização, um dos materiais ficará com mais elétrons do que prótons (a lã) e terá, portanto, carga elétrica total negativa. O outro terá menos elétrons do que prótons (o vidro) e apresentará carga elétrica total positiva.



Quando o vidro é atritado na lã...



... elétrons do vidro são transferidos para a lã. O bastão fica eletrizado positivamente, e o tecido, negativamente.

(Representação esquemática.)

Atente!

Note, no item 9, o desfecho da conceituação de **elemento químico**, iniciada no capítulo anterior.

Sugestão de atividade

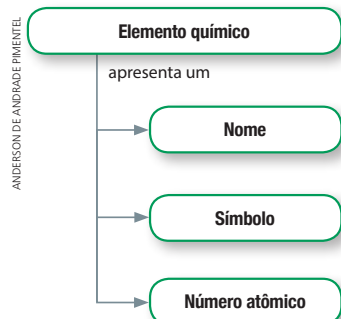
Construir um modelo de átomo, respeitando a proporção entre o raio do núcleo e o da eletrosfera.

O que seria mais sensato empregar para representar o núcleo, de modo a ter um átomo com dimensões que caibam na sala ou, pelo menos, no terreno da escola: bola de pingue-pongue, bola de gude, grão de feijão, grão de areia ou o quê?

A que distância desse objeto que representa o núcleo estariam os elétrons mais afastados, respeitando-se a proporção entre o raio do núcleo e o raio da eletrosfera?

Esta atividade propicia o entendimento do motivo pelo qual as ilustrações esquemáticas do átomo, no modelo de Rutherford (ou no de Bohr), que aparecem em livros, estarem sempre fora de proporção. É virtualmente impossível representar núcleo e eletrosfera, em escala, em uma folha de papel comum, de tal forma que o núcleo esteja bem visível. Se o diâmetro da eletrosfera for 20 cm, o do núcleo será, no máximo, 0,02 mm, isto é, dez mil vezes menor! Esse diâmetro é cerca de dez vezes menor que o ponto final desta frase.

Outra atividade sugerida é construir o eletroscópio da questão 5 do *Use o que aprendeu* e realizar o experimento descrito naquela questão.



Se fosse possível ampliar 1 bilhão de vezes um átomo de ouro, sua eletrosfera teria um diâmetro de 30 cm, um pouco maior que uma bola oficial de futebol. O núcleo teria um diâmetro de 0,03 mm, cerca de 10 vezes menor que o ponto final desta frase. **O átomo tem praticamente todo o seu espaço vazio!**

9 Elemento químico e número atômico

O núcleo atômico dificilmente tem sua estrutura alterada por fatores externos. Os fenômenos relacionados às mudanças do núcleo são chamados *fenômenos nucleares* ou *radioativos* e são estudados pela *Física Nuclear*. Esses acontecimentos estão associados a processos que ocorrem em estrelas, em usinas nucleares e em explosões de armamentos nucleares.

Os químicos observaram que, **durante as reações químicas, o núcleo dos átomos permanece inalterado** e que, quando um átomo se une a outro, essa união acontece por meio de modificações na eletrosfera. Assim, os acontecimentos estudados pelos químicos estão relacionados a alterações na eletrosfera dos átomos, não no núcleo.

Os cientistas perceberam, nas primeiras décadas do século XX, que **o número de prótons determina as propriedades químicas de um átomo**. Assim, entende-se atualmente que **elemento químico** é o conjunto de todos os átomos que possuem o **mesmo número de prótons**.

Número atômico e número de massa

O número de prótons no núcleo de um átomo é chamado **número atômico** e é representado por Z.

Cada elemento químico possui um nome, um símbolo e um número atômico, que lhe são característicos.

Já o **número de massa** de um átomo, representado por A, é definido como total de prótons (Z) e de nêutrons (N) em seu núcleo.

Em palavras: O número de massa de um átomo é igual à soma dos seus números de prótons e de nêutrons.

Em equação:

$$A = Z + N$$

Representação para um átomo

Ao representar um átomo, os químicos convencionaram escrever o número atômico (Z) na parte inferior esquerda do símbolo e o número de massa (A) na parte superior esquerda. Vejamos alguns exemplos:

- $^{12}_6\text{C}$ representa um átomo do elemento químico carbono com 6 prótons, 6 nêutrons e, se estiver eletricamente neutro, 6 elétrons.
- $^{23}_{11}\text{Na}$ representa um átomo do elemento químico sódio com 11 prótons, 12 nêutrons e, se estiver eletricamente neutro, 11 elétrons.
- $^{37}_{17}\text{Cl}$ representa um átomo do elemento químico cloro com 17 prótons, 20 nêutrons e, se estiver eletricamente neutro, 17 elétrons.

Os prótons têm carga elétrica positiva, e os elétrons têm carga negativa. Se, em um átomo, o número de elétrons for igual ao de prótons, então a carga negativa (de todos os elétrons) anulará a carga positiva (de todos os prótons), e a carga total será nula (zero). Nesse caso, dizemos que o átomo é **eletricamente neutro**.

Porém, se o número de elétrons for maior ou menor que o de prótons, então o átomo terá carga total não nula; ele será **eletricamente carregado**. Veremos, mais à frente, situações em que átomos não estão eletricamente neutros.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- número atômico
- elemento químico
- número de massa

10 A tabela periódica

Períodos

Na página seguinte, aparece a **tabela periódica**. Nela, os elementos estão relacionados, um em cada quadradinho, em **ordem crescente de número atômico**.

Existem sete linhas (sequências horizontais), cada uma denominada **período**. A tabela periódica atual apresenta sete períodos. Os elementos com números atômicos de 57 a 71, chamados **lantanídeos**, e os de 89 a 103, chamados **actinídeos**, aparecem à parte dos demais, abaixo da tabela. Os lantanídeos pertencem ao sexto período e os actinídeos ao sétimo. Note que, nesses períodos, há um quadradinho que indica a localização desses elementos.

Famílias ou grupos

Cada uma das dezoito colunas (sequências verticais) é denominada **grupo** ou **família** de elementos. Por determinação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), os grupos são numerados atualmente de 1 a 18, mas ainda há quem utilize a representação anterior com letras e números (1A, 2A etc.).

Elementos com propriedades semelhantes ficam num mesmo grupo. Alguns dos grupos, por sua importância para a Química, recebem nomes especiais:

- O grupo 1, ou 1A, é o grupo dos **metais alcalinos**.
- O grupo 2, ou 2A, é o grupo dos **metais alcalinoterrosos**.
- O grupo 16, ou 6A, é o grupo dos **calcogênios**.
- O grupo 17, ou 7A, é o grupo dos **halogênios**.
- O grupo 18, ou 0 (zero), é o grupo dos **gases nobres**.

Elementos representativos e de transição

Os elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 são denominados **elementos representativos**. Os dos grupos de 3 a 12 são chamados **elementos de transição**, sendo que os lantanídeos e os actinídeos são especificamente denominados **elementos de transição interna**.



Use a internet

Se você precisar de informações específicas sobre os elementos, há na internet tabelas periódicas interativas, como em:

<<https://www.tabelaperiodica.org/>>

(acesso: mar. 2018).

Dê uma busca por *tabela periódica* e você poderá encontrar outras.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

número atômico Número de prótons existente no núcleo de um átomo.

elemento químico Conjunto de átomos com o mesmo número atômico.

número de massa Valor que resulta da soma do número de prótons e do número de nêutrons de um átomo.

Atividades

Ao final do item 9, o momento é oportuno para que os alunos façam os exercícios 9 a 12 do *Use o que aprendeu* e as atividades 8 a 13 do *Explore diferentes linguagens*.

Interdisciplinaridade

Uma atividade diferente e motivadora pode ser denominada *Fazendo arte com a tabela periódica*.

Nela, a critério do docente de Arte, podem ser exploradas diferentes formas de expressão plástica, bi ou tridimensional, em que a tabela periódica e/ou os símbolos dos elementos sejam usados como parte da composição visual da produção. A ideia que aqui se sugere não é a construção de uma tabela artística, mas a “desconstrução” da tabela periódica como parte de um trabalho de criação artística que, espera-se, seja um meio não verbal de estabelecer afeição a esse importante constructo científico.

Tabela periódica dos elementos (IUPAC)

1 ← Numeração dos grupos de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC)
1A ← Numeração antiga dos grupos. NÃO recomendada pela IUPAC, porém ainda usada por alguns autores

18 0

1 H 1,0 hidrogênio		2 He 4,0 hélio	
3 Li 6,9 lítio		4 Be 9,0 berílio	
11 Na 23,0 sódio		12 Mg 24,3 magnésio	
19 K 39,1 potássio		20 Ca 40,1 cálcio	
37 Rb 85,5 rubídio		38 Sr 87,6 estrôncio	
55 Cs 132,9 césio		56 Ba 137,3 bário	
87 Fr frâncio		88 Ra rádio	
101 Db dubnio		102 Sg seabórgio	
103 Bh bohrio		104 Hs hássio	
105 Rf rutherfordio		106 Db dubnio	
107 Bh bohrio		108 Hs hássio	
109 Mt meitnério		110 Ds darmstádio	
111 Rg roentgênio		112 Cn copernício	
113 Nh nihônio		114 Fl flertóvio	
115 Mc moscóvio		116 Lv livermório	
117 Ts tenessino		118 Og oganessônio	

5 B 10,8 boro	6 C 12,0 carbono	7 N 14,0 nitrogênio	8 O 16,0 oxigênio	9 F 19,0 flúor	10 Ne 20,2 neônio
13 Al 27,0 alumínio	14 Si 28,1 silício	15 P 31,0 fósforo	16 S 32,1 enxofre	17 Cl 35,5 cloro	18 Ar 39,9 argônio
31 Ga 69,7 gálio	32 Ge 72,6 germânio	33 As 74,9 arsênio	34 Se 79,0 selênio	35 Br 79,9 bromo	36 Kr 83,8 criptônio
49 In 114,8 índio	50 Sn 118,7 estanho	51 Sb 121,8 antimônio	52 Te 127,6 telúrio	53 I 126,9 iodo	54 Xe 131,3 xenônio
81 Tl 204,4 talho	82 Pb 207,2 chumbo	83 Bi 208,0 bismuto	84 Po 209,0 polônio	85 At astato	86 Rn radônio
113 Nh nihônio	114 Fl flertóvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganessônio

Número atômico
Símbolo
Nome
Massa atômica

71 Lu lutécio 175,0	70 Yb ítrio 173,0	69 Tm tulio 168,9	68 Er érbio 167,3	67 Ho hólio 164,9	66 Dy disprósio 162,5
------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------------

ADILSON SECCO

103 Lr lawrêncio	102 No nobélio	101 Md mendelévio	100 Fm fermílio	99 Es einsteinio	98 Cf califórnio
------------------------	----------------------	-------------------------	-----------------------	------------------------	------------------------

Tabela periódica da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), com as massas atômicas aqui apresentadas com um algarismo após a vírgula. A massa atômica não está apresentada no caso de elementos que não têm isótopos estáveis. Os dados são provenientes de <<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>> (acesso: mar. 2018), onde atualizações são periodicamente disponibilizadas.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Alguns autores chamam de **semimetais** alguns elementos que apresentam propriedades “intermediárias” entre as dos metais e as dos não metais. Eles formam substâncias simples sólidas a 25 °C ao nível do mar. Dois semimetais de importância prática são o silício e o germânio, empregados em componentes eletrônicos.

PARKOV/SHUTTERSTOCK



ROMAN SAMOKHUN
SHUTTERSTOCK



RTIMAGES/ALAMY/GETTY IMAGES

Carbono em duas de suas variedades de substância simples, diamante e grafite (diâmetro do diamante: 5 mm).

Li	Be																					
Na	Mg																Al					
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga										
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn									
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi								
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn											
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu								
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr								

ILUSTRAÇÕES: ADRIANO SECCO

H					He
	C	N	O	F	Ne
		P	S	Cl	Ar
			Se	Br	Kr
				I	Xe
				At	Rn

A diagram of the periodic table showing the diagonal line of metalloids. The elements B, Si, Ge, As, Sb, Te, and Po are highlighted in purple boxes, forming a diagonal line from the upper left to the lower right. The boxes are arranged in a staircase pattern: B is at the top left, followed by Si, then Ge and As, then Sb and Te, and finally Po at the bottom right.

49

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

tabela periódica Arranjo no qual os elementos químicos estão dispostos em ordem crescente de número atômico e de acordo com a repetição regular de suas propriedades.

grupo Coluna (vertical) da tabela periódica. Também chamado de família.

período Linha (horizontal) da tabela periódica.

isótopos Átomos com o mesmo número atômico e diferentes números de massa.



Use a internet

Acesse uma tabela periódica interativa na qual, clicando no quadradinho do elemento, você terá uma lista de suas principais aplicações, onde é encontrado e o ano e local da descoberta.

<<https://www.tabelaperiodica.completa.com/>>
(acesso: mar. 2018).

11 Isótopos

O hidrogênio é o elemento químico com $Z = 1$. Será que todos os átomos de hidrogênio que existem na natureza são exatamente iguais?

A resposta é não. A maioria dos átomos de hidrogênio pode ser representada por ^1_1H . Contudo, além deles, existem também outros, em menor quantidade, representados por ^2_1H e ^3_1H .

Que semelhança e que diferença há entre eles?

Os três possuem em comum o número de prótons (Z) (e, considerando-os eletricamente neutros, também o número de elétrons). A diferença está no número de nêutrons.

Já que possuem o mesmo número atômico, são átomos do mesmo elemento químico: o hidrogênio. Dizemos que esses três átomos são *isótopos*.

Isótopos são dois ou mais átomos que possuem o mesmo número atômico (Z) e diferentes números de massa (A). Isótopos **sempre pertencem ao mesmo elemento químico**, pois possuem o mesmo Z , e são, portanto, representados por um mesmo símbolo. A maioria dos elementos químicos é constituída por dois ou mais isótopos presentes na natureza, geralmente, em diferentes quantidades.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

• tabela periódica • grupo • período • isótopos

Em destaque

Isótopos na água

Quando dizemos que os isótopos pertencem ao mesmo elemento químico (pois possuem o mesmo Z), estamos dizendo que eles possuem propriedades químicas semelhantes.

Assim, por exemplo, os átomos de hidrogênio que existem numa molécula de água, H_2O , podem ser qualquer um de seus isótopos. O átomo de oxigênio também pode ser qualquer um de seus isótopos.

Isótopos do hidrogênio: ^1_1H , ^2_1H ou ^3_1H

Isótopos do oxigênio: $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$ ou $^{18}_8\text{O}$

Todos os isótopos de um certo elemento, por possuírem propriedades químicas semelhantes, **podem tomar parte na composição das mesmas substâncias**.

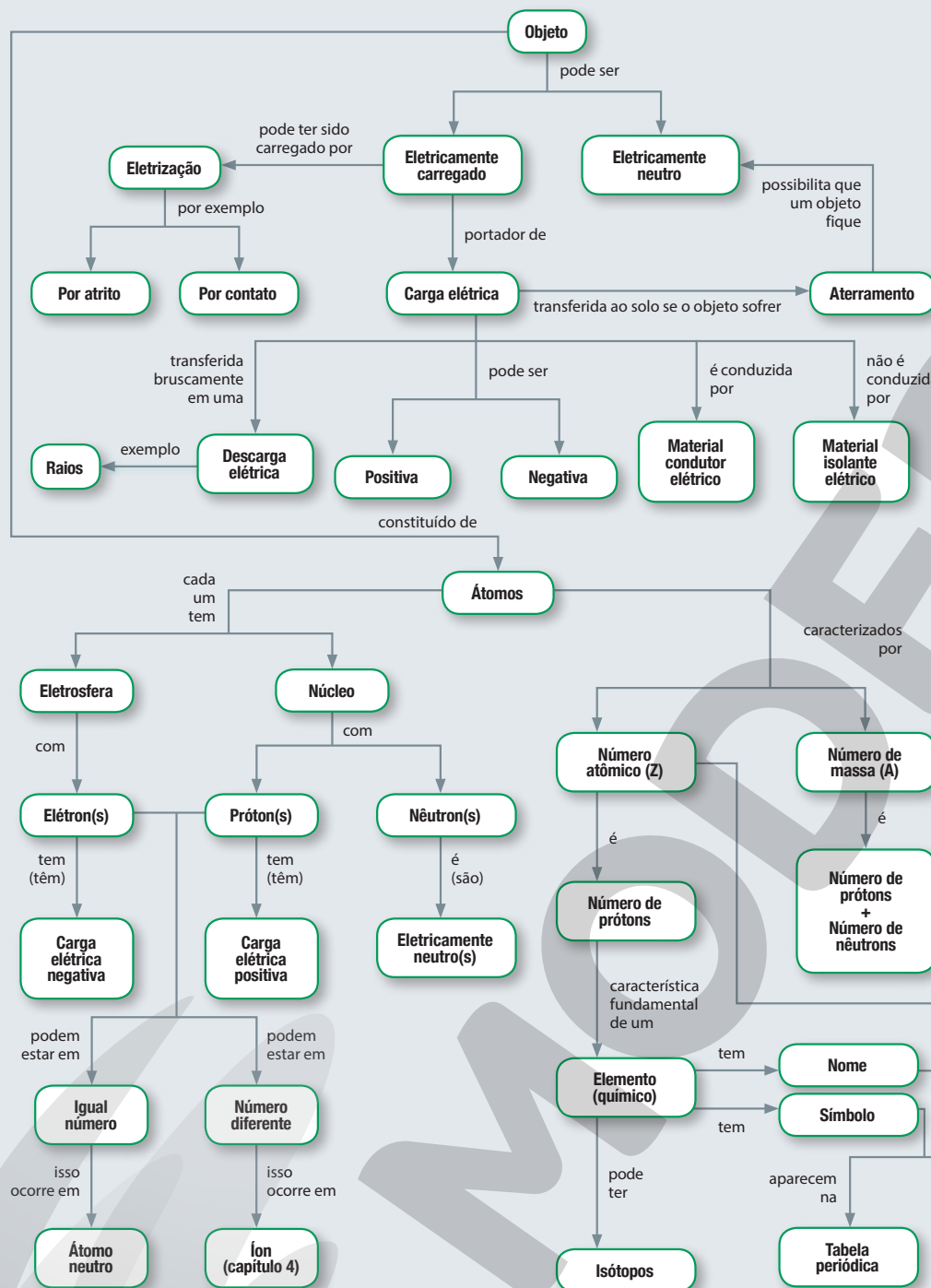
A abundância dos isótopos (a quantidade de cada um deles que existe na natureza) é normalmente diferente. Assim, por exemplo, de cada 10.000 átomos de oxigênio, os químicos concluíram que 9.976 são de $^{16}_8\text{O}$, 4 são de $^{17}_8\text{O}$ e 20 são de $^{18}_8\text{O}$.

Em uma amostra de água, podem existir três isótopos diferentes de hidrogênio e três de oxigênio. ▶



BANANASTOCK/GETTY IMAGES

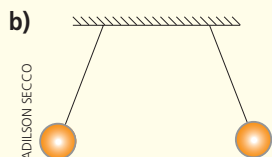
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



Respostas do Use o que aprendeu

1. Ao serem atritados, o balão e os cabelos adquiriram cargas elétricas de sinais opostos (eletrização por atrito). Assim, os dois objetos passam a se atrair mutuamente.
2. Enquanto a pessoa está abrindo a embalagem, a pele e o plástico eletrizam-se por atrito, adquirindo cargas de sinais opostos. Por isso, o plástico passa a ser atraído pela mão (e a atraí-la, também).

3. a) Iguais.



c) Eletrização por atrito.

4. O texto do capítulo informa que, ao atritarmos vidro e seda, o vidro adquire carga positiva e a seda, carga negativa. Assim, a esfera A, eletrizada por contato com o vidro, fica **positivamente** carregada. O texto também informa que, ao atritarmos borracha rígida e seda, a borracha adquire carga negativa e a seda, carga positiva. A esfera B, eletrizada por contato com a borracha, fica **negativamente** carregada. Portanto, a força entre A (positiva) e B (negativa) é de **atração**.

5. a) Condutores elétricos.

b) O bastão de vidro está eletrizado (positivamente) por causa do atrito com a lã. Ao tocar com ele no metal do eletroscópio, parte dessa carga é transferida para o metal e espalha-se por ele, pois trata-se de um material condutor elétrico. Os dois lados do pedaço de papel-alumínio passam a ter carga elétrica de mesmo sinal e, por isso, passam a se repelir.

c) Os dois lados do papel-alumínio voltam à posição inicial porque o fio terra faz o metal ficar neutro.



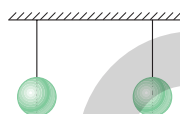
ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

1. Após atritar vigorosamente um balão de borracha nos cabelos e afastá-lo alguns centímetros, uma pessoa observou o que está na foto abaixo. Qual é a explicação científica para os cabelos serem atraídos pelo balão?



2. Algumas marcas de biscoitos salgados são comercializadas em pacotes com poucas unidades, em embalagens de plástico. Ao abrir algumas dessas embalagens, é comum pequenos pedaços do plástico rasgado grudarem na mão da pessoa. Proponha uma explicação para esse acontecimento.
3. Duas esferas de plástico de diâmetro 1 cm foram penduradas a 3 cm de distância entre elas, usando um fio isolante, como mostra o desenho.



Separadamente, cada uma delas foi atritada em um pedaço de tecido de lã.

- a) As cargas elétricas adquiridas pelas esferas têm sinais iguais ou diferentes?
 - b) Faça um desenho que esboce a situação do experimento logo após as esferas serem atritadas na lã.
 - c) Como se chama o processo que fez com que elas adquirissem carga elétrica?
4. Um bastão de vidro foi eletrizado por atrito com um pedaço de tecido de seda. Uma pequena esfera plástica A foi eletrizada por contato com esse bastão.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

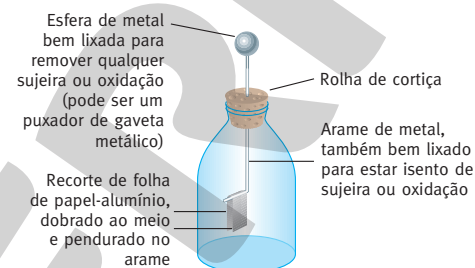
52

UNIDADE A • Capítulo 2

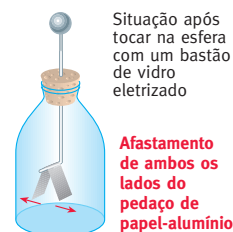
Um bastão de borracha rígida foi eletrizado por atrito com outro pedaço de tecido de seda. Uma pequena esfera plástica B foi eletrizada por contato com esse bastão.

Consulte as informações necessárias no capítulo e responda: a força entre as esferas A e B é de atração ou de repulsão? Por quê?

5. Em um experimento escolar, um grupo de estudantes construiu o seguinte dispositivo, denominado **eletroscópio**.



Um bastão de vidro foi eletrizado por atrito com um pedaço de lã. A seguir, o bastão foi encostado na parte de cima do eletroscópio, o que fez com que as metades do pedaço de papel-alumínio se afastassem, como mostrado abaixo.



- a) Os metais são condutores elétricos ou isolantes elétricos?
 - b) Tendo em mente sua resposta à pergunta anterior, explique por que as metades da folha de papel-alumínio se afastaram.
 - c) Se um fio terra for ligado à parte metálica do eletroscópio, o que acontecerá com as metades da folha de papel-alumínio? Por quê?
6. Durante a reforma de um prédio, o grosso fio de metal que liga um para-raios ao solo foi cortado. Explique por que isso tornará esse dispositivo ineficiente na proteção contra os raios.

6. O fio citado permite que as cargas sejam transferidas para o solo, caso o para-raios seja atingido por uma descarga. Se o fio está cortado, essa transferência não acontecerá e o dispositivo será ineficiente.
7. a) Uma descarga elétrica proveniente da mão, caso ela esteja eletrizada.
b) Porque, ao tocar no metal da carcaça metálica, a carga elétrica presente na mão se transferirá para ele.
8. C

7. Quando um técnico que faz manutenção de computadores vai tocar em algum componente interno do aparelho (que está **desligado e desconectado da tomada**), ele primeiro encosta firmemente as mãos na carcaça metálica do aparelho para, só então, tocar no componente eletrônico. Caso contrário, há o risco de danificar tal componente.
- a) O que poderia danificar o componente?
- b) Por que o procedimento adotado pelo técnico evita o dano?

ATENÇÃO!

A parte interna de equipamentos elétricos pode oferecer **RISCO DE QUEIMADURAS, CHOQUE ELÉTRICO E MORTE**, às vezes mesmo depois de desligados da tomada. Por isso, a abertura e o conserto desses equipamentos devem ser feitos por profissionais treinados para isso.

8. (Extraído do vestibular da PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.) Leia com atenção a tira do gato Garfield mostrada abaixo e analise as afirmativas que se seguem.



- I. Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como eletrização por atrito.
- II. Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como eletrização por indução.
- III. O estalo e a eventual faísca que Garfield pode provocar, ao encostar em outros corpos, são devidos à movimentação da carga acumulada no corpo do gato, que é transferida de seu corpo para os outros corpos.

Estão certas:

- a) I, II e III c) I e III e) apenas I
b) I e II d) II e III

A tabela periódica existe para **consulta**. Utilize-a **sempre** que julgar necessário.

9. Tudo ao nosso redor é formado por **átomos de elementos químicos**.
- a) Quais são as partículas que formam um átomo?
- b) Como se conceitua, atualmente, elemento químico?
10. Os médicos utilizam átomos de $^{57}_{27}\text{Co}$ no diagnóstico de problemas no metabolismo da vitamina B₁₂.
- a) Pesquise qual é o nome do elemento químico de símbolo Co.
- b) Explique o significado do número 27 que aparece em $^{57}_{27}\text{Co}$.
- c) Explique o significado do número 57 que aparece em $^{57}_{27}\text{Co}$.
11. Um átomo muito importante para a saúde humana apresenta núcleo com 11 prótons e 12 nêutrons.
- a) Qual é seu número atômico?
- b) Qual é seu número de massa?
- c) Após consultar a tabela periódica, represente o átomo em questão, escrevendo seu símbolo acompanhado do número atômico e do número de massa.
12. Em 1986, um acidente nuclear muito grave aconteceu na usina nuclear de Chernobyl, na Ucrânia. Tal acidente liberou vários átomos perigosos na atmosfera, entre os quais $^{90}_{38}\text{Sr}$, $^{131}_{53}\text{I}$ e $^{137}_{55}\text{Cs}$. Quantos prótons e quantos nêutrons possui cada um desses átomos?
13. Copie as frases em seu caderno e complete-as para que fiquem corretas. Na tabela periódica, os elementos estão colocados em ordem crescente de $\blacksquare$. As linhas (horizontais) são denominadas $\blacksquare$, e as colunas (verticais) são chamadas de $\blacksquare$ ou $\blacksquare$.
14. Consultando a tabela periódica, localize o grupo a que pertencem os elementos químicos que têm os seguintes símbolos:
- a) He, Ne, Ar e) Mg, Ca, Ba
b) F, Cl, Br f) O, S, Se
c) Li, Na, K g) N, P, As
d) C, Sn, Pb h) B, Al, Ga
15. Consultando a tabela periódica, escreva em seu caderno o nome dos elementos envolvidos na questão anterior.

11. a) Seu número atômico é 11, pois apresenta 11 prótons.
- b) Seu número de massa é 23, que corresponde à soma do número de prótons (11) e de nêutrons (12).
- c) O elemento é o sódio (Na) e o átomo em questão é representado assim: $^{23}_{11}\text{Na}$.
12. O átomo $^{90}_{38}\text{Sr}$ apresenta 38 prótons, pois seu número atômico é 38. O número de nêutrons é 52, que pode ser determinado subtraindo o número de prótons (38) do número de massa (90). Analogamente, determinamos que o $^{131}_{53}\text{I}$ tem 53 prótons e 78 nêutrons e o $^{137}_{55}\text{Cs}$ tem 55 prótons e 82 nêutrons.
13. Na tabela periódica, os elementos estão colocados em ordem crescente de **número atômico**. As linhas (horizontais) são denominadas **períodos**, e as colunas (verticais) são chamadas de **grupos** ou **famílias**.
14. a) Grupo 18.
b) Grupo 17.
c) Grupo 1.
d) Grupo 14.
e) Grupo 2.
f) Grupo 16.
g) Grupo 15.
h) Grupo 13.
15. a) Hélio, neônio, argônio.
b) Flúor, cloro, bromo.
c) Lítio, sódio, potássio.
d) Carbono, estanho, chumbo.
e) Magnésio, cálcio, bário.
f) Oxigênio, enxofre, selênio.
g) Nitrogênio, fósforo, arsênio.
h) Boro, alumínio, gálio.

9. a) Prótons, nêutrons e elétrons. (Exceção seja feita ao isótopo ^1_1H , que não apresenta nêutron.)
b) Conjunto de todos os átomos que apresentam o mesmo número atômico (número de prótons no núcleo).
10. a) Consultando a tabela periódica, determina-se que o nome é cobalto.
b) É o número atômico do cobalto; indica quantos prótons há no núcleo de cada átomo desse elemento.
c) É o número de massa do átomo de $^{57}_{27}\text{Co}$; indica a soma do número de prótons com o de nêutron.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. Aterramento.
2. Fio terra.
3. Porque, se ela estiver eletrizada, poderá haver uma descarga elétrica para algum objeto ou pessoa que dela se aproxime, e a faísca poderá incendiar o vapor do combustível.
4. O atrito da blusa de lã com os cabelos (limpos e secos) faz com que a blusa e os cabelos se eletrizem por atrito. Como os fios de cabelo passam a estar eletrizados com cargas de mesmo sinal, eles se repelem mutuamente.
5. Considerando que a eletrização dos cabelos se deu por atrito, então a blusa de lã ficou eletrizada com carga de sinal oposto ao da carga elétrica dos cabelos.
6. Quando a blusa eletrizada chega bem perto da maçaneta, ocorre uma pequena descarga elétrica (faísca) entre a lã e o metal, transferindo carga para o metal.
7. A carga adquirida pelos cabelos (e também pela blusa) é transferida para a água atmosférica (eletrização por contato). Isso diminui a chance de os cabelos permanecerem eletrizados.
8. O estudante se refere ao conceito de *número atômico*, que corresponde ao número de prótons no núcleo de um átomo. Cada elemento químico é caracterizado pelo número de prótons no núcleo de seus átomos, ou seja, cada elemento químico tem seu próprio número atômico.
9. C ($Z = 6$);
P ($Z = 15$);
Mn ($Z = 25$).
A combinação é 61525.
10. Kr ($Z = 36$);
N ($Z = 7$);
Ti ($Z = 22$).
A combinação era 36722.



ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

FOTOGRAFIA

As três atividades a seguir referem-se à fotografia ao lado, tirada durante a transferência de combustível de um caminhão-tanque para o tanque de um avião. Antes de iniciar a transferência e durante todo o processo, a parte metálica do avião é ligada ao solo por meio de um fio, indicado pela seta vermelha.

1. Como se chama o procedimento de ligar um objeto ao solo com um fio condutor?
2. Que nome se dá ao fio usado para tal fim?
3. Por que é necessário esse contato da parte metálica do avião com o solo durante a transferência do combustível?



EDUARDO SANTALUSTRA

CHARGE

Observe a charge ao lado e, a seguir, realize as atividades de 4 a 7.

4. Explique a razão de os cabelos do personagem terem se arrepiado.
5. Com base na resposta que você apresentou para a atividade 4, o que você acha que aconteceu com a blusa de lã?
6. O homem da charge escureceu a sala, aproximou a blusa de uma maçaneta de metal e viu uma pequena faísca saltar entre esses objetos. Explique por que isso ocorreu.
7. Por que, em um dia chuvoso, provavelmente não aconteceria o que está retratado na charge?



REAL LIFE ADVENTURES, GARY WISE AND LANCE ALDRICH © 2004 WISE AND ALDRICH/DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

TIRINHA E TABELA PERIÓDICA

As atividades 8 a 10 se referem à tirinha.



54

UNIDADE A • Capítulo 2

FOXTROT, BILL AMENDY © 2004 BILL AMENDY/DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

TIRINHA E TABELA

Observe a tirinha abaixo e a tabela seguinte para realizar as atividades 11 a 13.



Informações sobre elementos químicos responsáveis por mais de 99% da massa do corpo humano e da crosta terrestre

Símbolo do elemento	Número atômico	Porcentagem em massa no corpo humano	Porcentagem em massa na crosta terrestre
H	1	10	0,9
C	6	23	0,08
N	7	2,6	0,03
O	8	61	49,3
Na	11	0,14	2,7
Mg	12	0,027	1,9
Al	13	—	7,6
Si	14	—	25,8
P	15	1,1	0,12
S	16	0,2	0,06
Cl	17	0,12	0,2
K	19	0,2	2,4
Ca	20	1,4	3,4
Fe	26	0,0060	4,7

Fonte: J. Emsley. *Nature's building blocks: an A-Z guide to the elements*. New edition. Oxford: Oxford University Press, 2011. p. 8; F. A. Bettelheim et al. *Introduction to General, Organic and Biochemistry*. 10. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2013. p. 37.

11. O político entendeu corretamente a pergunta que lhe foi dirigida? Justifique, explicando a que o perguntador se referiu ao realizar seu questionamento e a que o político se referiu ao responder.

12. No último quadrinho, o elaborador da tirinha empregou um **critério** para ordenar a lista. Que critério é esse?

13. Se fossêmos citar mais um item na lista, qual seria ele? Por quê?

Seu aprendizado não termina aqui

Dependendo do local em que você mora, em certas épocas do ano, podem ser frequentes pequenos "choques elétricos" ao tocar em objetos metálicos, tais como maçanetas, chaves e carcaça de automóveis.

Quando esse fenômeno acontecer, procure avaliar as circunstâncias envolvidas (roupa, piso, calçado, umidade do ar etc.) e, usando o que aprendeu neste capítulo, tente encontrar uma explicação para o ocorrido.

11. Ao fazer o questionamento, o perguntador se referiu às necessidades do cidadão, àquilo que tem importância fundamental para a qualidade de vida de cada indivíduo. O político falou de elementos químicos presentes no corpo humano. Portanto, ele não entendeu a pergunta (ou não quis responder ao questionamento).
12. Ordem decrescente de abundância no corpo humano (considerando porcentagem em massa).
13. Magnésio, pois é o próximo em ordem decrescente de abundância no corpo humano.

Principais conteúdos conceituais

- Noções sobre a diferença entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas
- Noções da presença de ondas eletromagnéticas em nosso cotidiano
- Espectros atômicos
- Modelo atômico de Bohr
- Fatos cotidianos explicáveis pelo modelo de Bohr
- Distribuição eletrônica nas camadas para elementos representativos
- Distribuição eletrônica e tabela periódica

Este capítulo oferece, inicialmente, uma breve noção sobre as ondas eletromagnéticas e sua importância.

Esse trabalho inicial com as ondas eletromagnéticas é essencial para que, a seguir, possa ser apresentado o modelo atômico de Bohr e para que os estudantes compreendam o papel da absorção e da emissão de ondas eletromagnéticas nas transições eletrônicas.

Na sequência, o capítulo apresenta exemplos de fenômenos que podem ser explicados pelo modelo de Bohr.

Finalmente, aborda distribuição eletrônica (de átomos neutros) nas camadas e sua relação com a tabela periódica.

CAPÍTULO

3

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E MODELO ATÔMICO DE BOHR

A exposição ao ultravioleta solar aumenta a probabilidade da ocorrência de determinadas formas de câncer de pele. Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA), as medidas de proteção incluem usar chapéu ou boné, óculos escuros, evitar a exposição ao sol entre 10 h e 16 h e usar filtro solar com fator de proteção solar (FPS) 15 ou mais, aplicado 30 minutos antes da exposição e sempre que sair da água. Você segue essas recomendações?

MAGHAKAN/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- Averiguar se descargas elétricas interferem na recepção do sinal das emissoras de rádio AM.

Você vai precisar de:

- um rádio AM com antena
- uma pilha de 1,5 V
- fita adesiva
- uma sala que possa ser totalmente escurecida
- dois pedaços de fio elétrico fino com as extremidades desencapadas (**PEÇA A UM ADULTO que as desencape**)

Procedimento

1. Grude, com fita adesiva, uma das extremidades de um fio no polo positivo da pilha e uma das extremidades do outro fio no polo negativo, como mostra a figura A.
2. Segure os fios pela parte encapada. Escureça a sala. Raspe repetidas vezes as extremidades soltas dos dois fios, como na figura B. Nessa etapa do experimento você deve ter constatado que, ao raspá-las, ocorreu um leve faiscamento. Clareie a sala.
3. Ligue o rádio e sintonize uma emissora AM.
4. Segure a pilha próximo à antena e volte a raspar repetidas vezes as extremidades dos fios. O que acontece com a qualidade da recepção da emissora quando as extremidades são raspadas? Como explicar o observado?
5. Ao final, remova os fios para que suas extremidades não permaneçam encostadas, o que descarregaria a pilha.

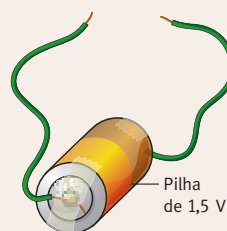


Figura A

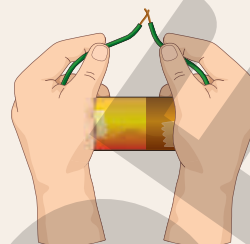


Figura B

ILUSTRAÇÕES: RENALDO VIGIATTI

De olho na BNCC!

• EF09CI05

"Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana."

Com a atividade *Motivação* dessa página, inicia-se o desenvolvimento da habilidade acima, que prossegue neste capítulo e que se concluirá na atividade de encerramento da Unidade B.

A atividade experimental proposta na seção *Motivação* dessa página pretende iniciar a seguinte problematização: como o faiscamento elétrico que ocorre entre as duas pontas desencapadas dos fios, quando o circuito é fechado, pode interferir na recepção do sinal AM?

Ao chegar no segundo parágrafo da página 60, caso não tenham conseguido explicar isso antes, os estudantes descobrirão que um faiscamento elétrico cria ondas eletromagnéticas que interferem na recepção das ondas de rádio AM. Isso propicia a percepção de que ondas eletromagnéticas (1) não são visíveis e (2) podem ser produzidas em fenômenos elétricos.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

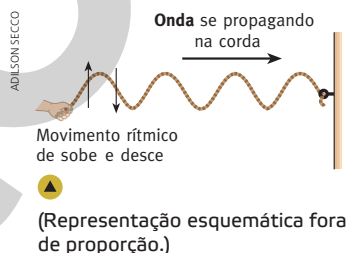
1 Ondas

Ondas em uma corda

Considere uma corda esticada, com uma de suas extremidades presa a uma parede e a outra segurada por uma pessoa. Se a pessoa realizar um movimento rítmico de sobe e desce com a mão, fará com que uma **onda** se propague na corda esticada, como mostra o esquema ao lado.

O conceito de onda

Ondas são perturbações regulares que se propagam, mas não transportam matéria. As ondas apenas transportam energia. A **Ondulatória** é a parte da Física que estuda as ondas e os fenômenos relacionados a elas.



Conteúdos procedimentais sugeridos

- Realizar uma demonstração relacionada às ondas eletromagnéticas.
- Consultar corretamente a tabela periódica, visando à obtenção do número atômico de um elemento.
- Associar a posição de um elemento representativo na tabela periódica (período e grupo) à sua distribuição eletrônica em camadas e vice-versa.

Realizar uma demonstração relacionada às ondas eletromagnéticas é conteúdo que pode ser desenvolvido com o experimento que abre o capítulo (veja comentário na página anterior).

Os demais conteúdos procedimentais elencados para este capítulo podem ser desenvolvidos com as atividades finais do capítulo.

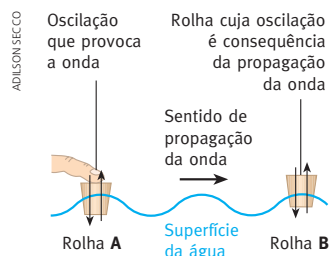
Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

onda Perturbação que se propaga, transferindo energia de um ponto para outro, mas não matéria.

frequência Número de oscilações por unidade de tempo.

hertz (Hz) Unidade para expressar frequência, que podemos interpretar como “oscilação por segundo”.



▲ Uma rolha **A** posta em movimento produz uma onda na superfície da água. A energia transportada pela onda faz a rolha **B** também oscilar. (Representação esquemática fora de proporção.)

Ondas apresentam efeitos detectáveis

Considere duas rolhas de cortiça, **A** e **B**, flutuando na superfície parada da água, a certa distância uma da outra. Utilizando o dedo para fazer com que a rolha **A** realize um movimento de sobe e desce, a água, inicialmente parada, também começará a oscilar. Aparece uma onda na superfície da água. E a outra rolha, **B**, que estava inicialmente parada, também passa a oscilar num movimento de sobe e desce. A onda transporta energia de uma rolha até a outra, colocando-a em movimento.

Se a água fosse invisível, não veríamos a onda que se propaga em sua superfície. Mas, se uma rolha flutuante comesse a oscilar, estaríamos observando uma **evidência** da propagação da onda.

Esse ponto é muito importante para você entender o que será estudado neste capítulo: **mesmo que uma onda não seja vista, os seus efeitos podem ser detectados**, isto é, podem ser percebidos de algum modo. Nesse exemplo, uma simples rolha funciona como um detector de ondas.

Frequência de uma onda

Uma das características importantes de qualquer onda é sua **frequência**, ou seja, o número de oscilações por unidade de tempo. A unidade mais comum usada internacionalmente para expressar a frequência de uma onda é o **hertz**, simbolizado por **Hz**, que pode ser interpretado como *uma oscilação por segundo*.

Assim, por exemplo, dizer que a corda de um violino, colocada em vibração pelo músico, emite uma onda sonora de frequência 440 Hz (lê-se 440 hertz) significa dizer que essa onda sonora produzida pelo instrumento realiza 440 oscilações a cada segundo.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- onda
- frequência
- hertz (Hz)

2 Ondas: mecânicas versus eletromagnéticas

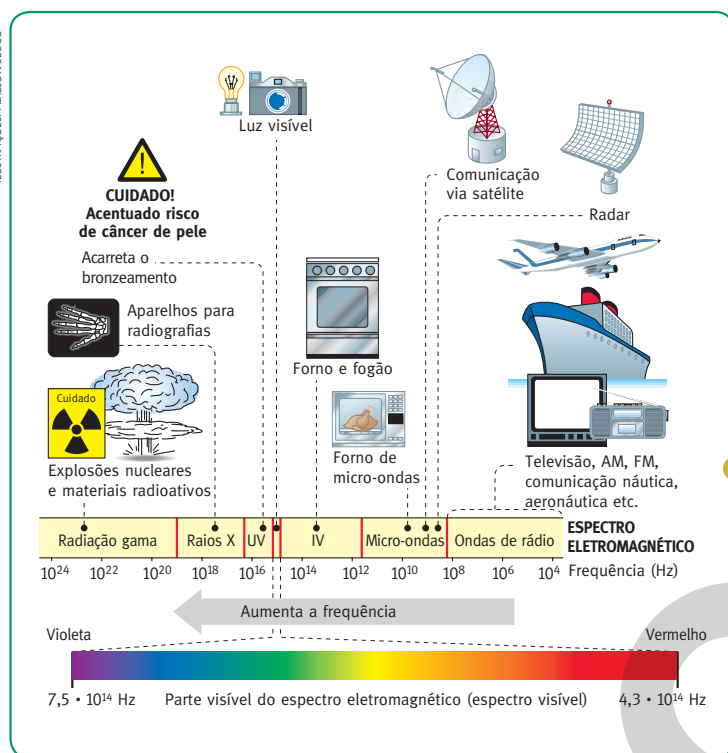
Ondas em cordas, ondas na superfície da água e ondas sonoras são exemplos de **ondas mecânicas**. Esse tipo de onda precisa de um meio material para se propagar e, portanto, **não** se propaga no vácuo (ausência de matéria).

Já a luz é classificada no grupo das **ondas** (ou **radiações**) **eletromagnéticas**, aquelas que **não** necessitam de um meio material para propagar-se, ou seja, aquelas que conseguem se propagar no vácuo.

Outros exemplos de ondas eletromagnéticas são o infravermelho, o ultravioleta, as ondas de rádio e de tevê, as micro-ondas, os raios X e os raios gama.

Todas as ondas eletromagnéticas possuem a **mesma velocidade** de propagação no **vácuo**: 300 mil quilômetros por segundo. Nos materiais, essa velocidade é menor, embora nos gases seja praticamente a mesma. As diversas ondas eletromagnéticas **diferem quanto à frequência** e, em decorrência dela, nos seus efeitos, na sua utilidade prática e no tipo de dispositivo necessário para detectá-las.

O esquema abaixo mostra o chamado **espectro eletromagnético** e os nomes atribuídos às várias ondas eletromagnéticas, dependendo de sua frequência.



A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- onda mecânica
- onda eletromagnética

Representação esquemática fora de proporção do espectro eletromagnético, mostrando os diferentes nomes dados às ondas eletromagnéticas dependendo da frequência (UV indica ultravioleta, e IV, infravermelho). Lembre-se de que 10⁴ significa 10.000, 10⁶ significa 1.000.000, e assim por diante.

Fonte: Figura elaborada a partir de D. Halliday et al. *Fundamentals of Physics*. 10. ed. Hoboken: John Wiley, 2014. p. 973.

3 Características e aplicações das ondas eletromagnéticas

Rádio AM

As emissoras de rádio **AM** transmitem sua programação por meio de ondas eletromagnéticas de frequências entre 535 kHz e 1.605 kHz (1 kHz = 1 quilohertz = 10³ Hz). Cada emissora tem sua frequência específica dentro dessa faixa, e quando você sintoniza a emissora está selecionando a frequência dela.



Aparelho que, entre outras funções, é receptor de rádio AM/FM.

FOTO: SLAZ/SHUTTERSTOCK

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Como se mede a velocidade com que uma estrela se afasta da Terra?”.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

onda mecânica Onda que se propaga apenas em um meio material.

onda eletromagnética Onda que pode se propagar em um meio material ou no vácuo.

Atente!

Conforme comentado no início deste capítulo, o experimento da seção *Motivação* envolve um procedimento no qual um faiscamento elétrico cria ondas eletromagnéticas que interferem na recepção das ondas de rádio AM. O resultado ajuda a compreender que ondas eletromagnéticas (1) não são visíveis e (2) podem ser produzidas em fenômenos elétricos.

No segundo parágrafo dessa página 60, os estudantes têm a explicação do resultado do experimento da abertura do capítulo, e podem comparar a que haviam proposto.

Sugestão de atividade

Visitar uma estação de rádio, atividade que pode ser realizada de modo interdisciplinar com Português, Arte e História. Esta atividade pode prosseguir com a busca e seleção de informações relevantes sobre os diversos meios eletrônicos de comunicação, suas características e sua importância para a sociedade.

A expansão da atividade para englobar Inglês permite explorar também temas como anglicismo (palavras e expressões provenientes da língua inglesa), influência cultural e massificação.

Outras sugestões de atividades são dois experimentos propostos mais à frente.



▲
Televisor de tela plana.



▲
Telefone celular.



▲
Forno de micro-ondas.

Transmissões em AM estão muito sujeitas a interferências de algumas outras fontes de radiações eletromagnéticas, como os fios de alta-tensão e os raios (relâmpagos).

No experimento da abertura do capítulo, ao raspar as pontas dos fios você produziu uma simulação de descarga elétrica, um raio em pequeníssima escala. E, como você provavelmente percebeu, isso já é o suficiente para causar ruídos na recepção do sinal da emissora AM.

Rádio FM e tevê

Transmissões em FM são realizadas por meio de ondas eletromagnéticas na faixa de frequências de 88 MHz a 108 MHz ($1 \text{ MHz} = 1 \text{ megahertz} = 10^6 \text{ Hz}$).

Ao contrário do AM, o sinal FM sofre pouca ou nenhuma interferência de raios ou de fios de alta-tensão, mas tem um alcance bem menor.

As emissoras de **tevê** também transmitem imagem e som por meio de ondas eletromagnéticas. Cada canal de tevê tem sua própria frequência.

Os canais 2 a 6 de **VHF** (do inglês *very high frequency*) correspondem à faixa de 54 MHz a 88 MHz, e os canais 7 a 13, à faixa de 174 MHz a 216 MHz. A transmissão FM é feita num intervalo de frequências entre os canais 6 e 7 de tevê. A transmissão dos canais 14 a 69 de **UHF** (*ultra high frequency*) corresponde à faixa de 407 MHz a 806 MHz.

Telefone celular

A região coberta pela telefonia celular é dividida em áreas, chamadas **células**. Cada célula possui uma estação com antena, ligada à central de telefonia. Um aparelho celular comunica-se com essa estação por meio de duas ondas eletromagnéticas: uma que é enviada do aparelho para a estação, e outra, da estação para o aparelho.

Cada estação permite que um número limitado de aparelhos esteja em uso simultâneo. Por isso, em células com muitos usuários é frequente haver congestionamento do sistema.

Micro-ondas

As ondas eletromagnéticas com frequências na faixa aproximada de 10^9 Hz ($1 \text{ GHz} = 1 \text{ gigahertz}$) a 10^{11} Hz correspondem às micro-ondas.

Nos **foros de micro-ondas** existe um transmissor que emite micro-ondas de frequência apropriada dentro do compartimento em que o alimento é colocado. Tais ondas transferem energia para as moléculas de água do alimento. A água se aquece e, por consequência, aquece também os demais constituintes do alimento. Materiais como o vidro, a cerâmica e o plástico não são aquecidos diretamente pelo aparelho.

As micro-ondas são empregadas em **transmissões via satélite** (tevê, telefonia, rádio etc.). Os aparelhos de localização por **GPS** recebem sinais de satélites em órbita por meio de micro-ondas. Esse tipo de onda eletromagnética também é usado nos **radares**, aparelhos que emitem micro-ondas e captam o retorno dessas ondas após serem refletidas por objetos. Radares permitem avaliar a posição e/ou a velocidade de objetos como aviões, mísseis e automóveis.



Diferentes modelos de GPS.

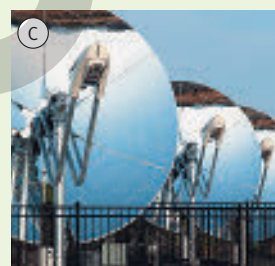
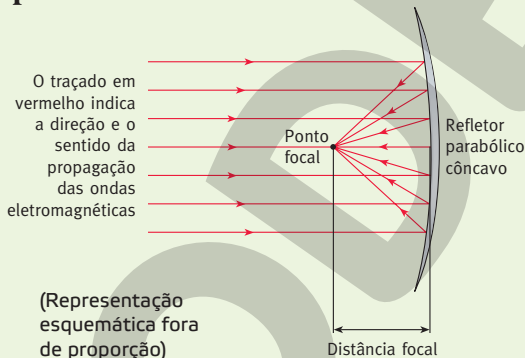


Em destaque

Refletores parabólicos

Quando um feixe de ondas eletromagnéticas paralelas atinge um **refletor parabólico** côncavo, essas ondas são refletidas e passam todas por um mesmo ponto, denominado **ponto focal** do refletor.

Por causa disso, essas estruturas são muito úteis na recepção de sinais fracos emitidos de locais distantes, tais como ondas de rádio provenientes de satélites de comunicação ou ondas de luz provenientes de uma estrela. As ondas, após a reflexão, são concentradas em um único ponto e, por isso, o sinal é amplificado.



Refletores parabólicos são empregados em antenas para recepção via satélite (A), na captação de sinais de rádio em radioastronomia (B) e em coletores de energia solar para geração de energia elétrica (C).

De olho na BNCC!

• EF09CI05

"Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana."

Chegando a este ponto, os estudantes já adquiriram conhecimentos referentes às ondas eletromagnéticas utilizadas em comunicação, sabem que elas podem se propagar no vácuo e percebem que a frequência é uma característica que as diferencia e caracteriza.

O desfecho do desenvolvimento dessa habilidade ocorrerá na atividade de encerramento da Unidade B, quando os estudantes pesquisarão o processo emissão ondas e recepção e o representarão esquematicamente. Naquela atividade, outras duas habilidades da BNCC envolvendo ondas eletromagnéticas também terão o ápice do seu desenvolvimento.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos "Como funciona o GPS?" e "Como funciona o radar policial?".



A grande diversidade de cores que percebemos deve-se, entre outros fatores, à sensibilidade da retina humana a ondas eletromagnéticas de frequências entre $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz e $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz.

Luz visível

A retina humana é capaz de perceber as ondas eletromagnéticas de frequências desde aproximadamente $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz até cerca de $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz. Dentro dessa faixa, chamada **espectro visível**, estão todas as cores do arco-íris, que, embora muitas pessoas digam serem sete, na verdade são infinitas, já que há inúmeros tons de vermelho, de alaranjado, de amarelo etc.

Os tons de **vermelho** aparecem na extremidade de **frequência mais baixa** do espectro visível, e o **violeta** aparece na extremidade de **frequência mais alta**.

Infravermelho

Infravermelho significa “abaixo do vermelho”. Esse nome indica que a frequência dessas ondas, não percebidas pelo olho humano, é **inferior à frequência da luz vermelha**.

O infravermelho é o responsável, por exemplo, por boa parte do transporte de calor de uma fogueira até as pessoas ao seu redor, da chama de um forno até o alimento que está assando e de um ferro de passar roupa em funcionamento até quem o está utilizando.



ISMAR INGBER/PULSAR IMAGENS

Ultravioleta

Ultravioleta quer dizer “acima do violeta”. Tal nome indica que a frequência dessas ondas eletromagnéticas, que também não são percebidas pelo olho humano, é **superior à frequência da luz violeta**.

O Sol envia para a Terra, juntamente com a luz visível, ondas eletromagnéticas de outras frequências, como o infravermelho e o ultravioleta. Mais da metade das ondas ultravioleta provenientes do Sol que chegam à Terra é absorvida pelo gás ozônio presente numa camada da atmosfera situada a cerca de 20 km a 30 km de altitude, conhecida como **camada de ozônio**.

Essa absorção é fundamental, pois o ultravioleta oferece consideráveis riscos a muitos organismos. No ser humano, por exemplo, a exposição prolongada ao ultravioleta pode provocar, entre outros problemas, o câncer de pele e a catarata, distúrbio que deixa a lente do olho (anteriormente denominada cristalino) esbranquiçada.

O Sol emite, entre outras ondas eletromagnéticas, ultravioleta, luz visível e infravermelho, que chegam até nós propagando-se, na maior parte do trajeto, através do vácuo. O infravermelho proveniente do Sol pode provocar queimaduras, e o ultravioleta pode induzir o bronzeamento. O ultravioleta também aumenta a probabilidade de **câncer de pele**. (Na foto, praia de Ipanema, RJ, 2015.)

Raios X

Os **raios X** foram descobertos em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Konrad Rontgen (1845-1923) ao trabalhar com um aparelho que produzia descargas elétricas em gases a baixa pressão.

O próprio descobridor verificou que os diferentes tecidos do corpo humano são atravessados de modo desigual pelos raios X. Isso conduziu a uma aplicação prática em Medicina: as **radiografias**.

Radiografia é uma imagem produzida em um filme fotográfico por raios X que atravessaram o corpo humano. Os ossos absorvem os raios X muito melhor que outros órgãos, o que faz com que apareçam como regiões claras no filme após este ser revelado. Os músculos, ao contrário, permitem boa passagem dos raios X, e estes, chegando ao filme, produzem as regiões mais escuras vistas após a revelação.

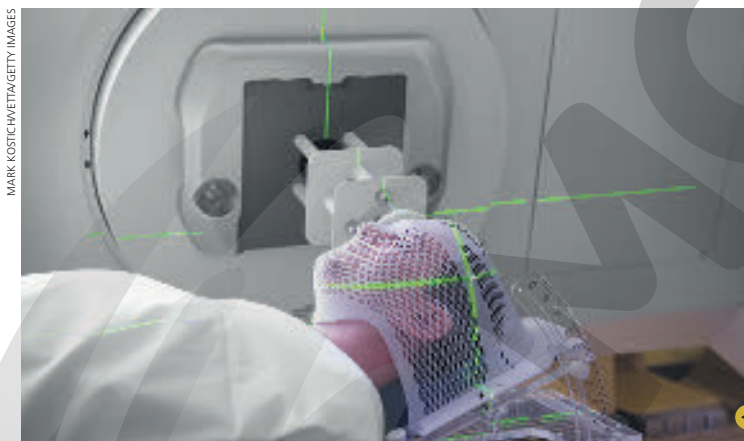
A radiografia é importante para determinados diagnósticos médicos. Contudo, a exposição repetida aos raios X oferece **riscos à saúde**, como o aumento da probabilidade de câncer. Por isso, os técnicos de radiografia usam **aventais de chumbo** e protegem-se atrás de uma **parede desse metal**, que bloqueia a passagem de raios X.

Raios gama

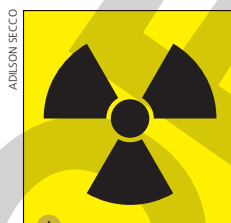
Os **raios gama** possuem frequência superior aos raios X e são ainda mais penetrantes e perigosos. Eles são produzidos por alguns **materiais radioativos**.

Nas explosões nucleares são emitidas enormes doses de raios gama. Nas usinas nucleares, processos envolvendo o núcleo dos átomos também produzem esses raios. Nesse caso, a radiação é retida por blindagens especialmente construídas para isso.

Os raios gama são usados, de modo controlado, sob indicação e supervisão médica, em uma técnica chamada **radioterapia**. Ela permite tratar pacientes com câncer em determinados estágios da doença. Nessa técnica, os raios gama são dirigidos para o local do tumor e matam células cancerosas.



Radiografia é um registro em filme fotográfico produzido por raios X.



Este símbolo indica: "cuidado, fonte de radioatividade!".

Equipamento de radioterapia em uso.

De olho na BNCC!

• EF09CI06

"Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc."

Neste capítulo, os estudantes conheceram os tipos de radiações (ondas) eletromagnéticas, suas principais aplicações e alguns de seus riscos.

Também tornaram-se aptos a interpretar um esquema como o da página 59 (em que as faixas de frequência dos diferentes tipos dessas ondas são apresentadas) e sabedores de que a frequência é uma característica distintiva dos diferentes tipos de radiações eletromagnéticas.

Na atividade de encerramento da Unidade B, o desenvolvimento dessa habilidade se completa, com os estudantes participando ativamente na obtenção de informações sobre outros riscos das ondas eletromagnéticas, na análise dessas informações e no compartilhamento delas por meio do *blog* de Ciências de cada equipe.

• EF09CI07

"Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a *laser*, infravermelho, ultravioleta etc.)."

A esta altura, os estudantes já adquiriram os pré-requisitos conceituais referentes a ondas eletromagnéticas para que possam prosseguir com o desenvolvimento dessa habilidade na atividade de encerramento da Unidade B. Falta aprenderem o que é ultrassom (uma onda mecânica de frequência superior à do som), conceito que será apresentado no capítulo 5, antes, portanto, de chegar à atividade mencionada.

Atividades

Ao final do item 3, proponha aos estudantes os exercícios 1 a 6 da seção *Use o que aprendeu*.



Material Digital Audiovisual
• Audio: *O acidente radiológico em Goiânia - GO*

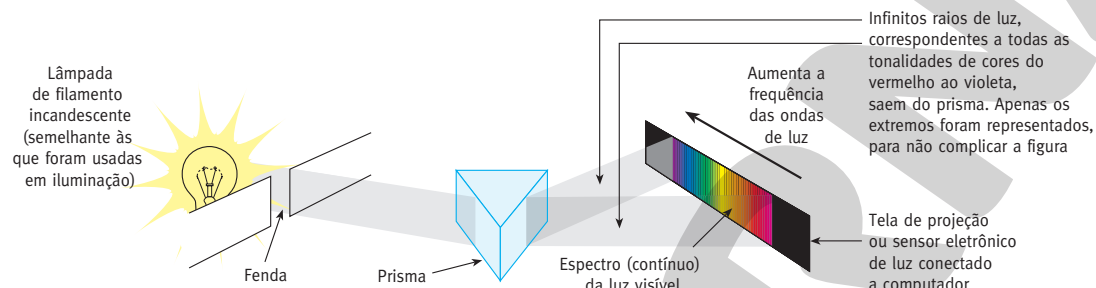


Orientações para o professor acompanharem o Material Digital Audiovisual

4 Modelo atômico de Bohr

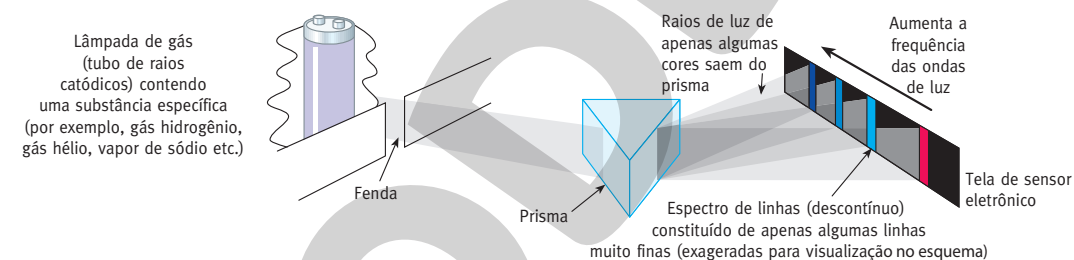
Espectros atômicos

Se a luz solar ou a de uma lâmpada de filamento incandescente (aquelas que, no passado, foram largamente empregadas em residências) atravessar um prisma, ela será decomposta em várias cores, que são popularmente conhecidas como arco-íris. Cientificamente, o que se obtém é chamado de **espectro da luz visível**.



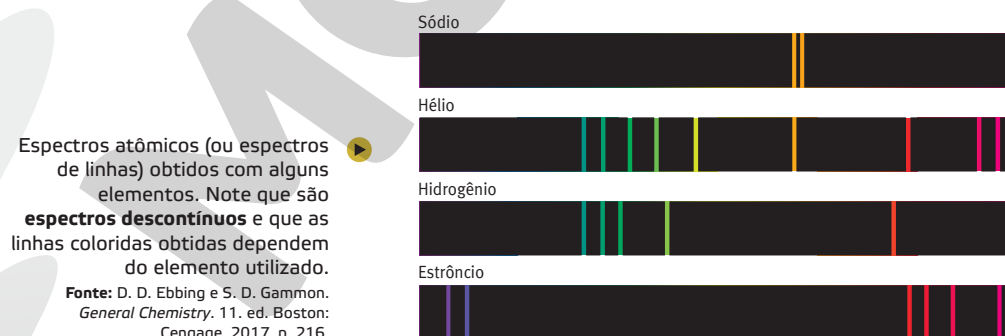
Fonte: H. D. Young e R. A. Freedman. *University Physics*. 14. ed. Harlow: Pearson, 2016. p. 1.089.

Se esse experimento for repetido utilizando a luz proveniente de uma lâmpada de gás (similar às lâmpadas fluorescentes, mas sem a pintura branca no vidro que a envolve), não obteremos o espectro completo. Apenas algumas linhas estarão presentes, correspondendo somente a algumas frequências das ondas de luz visível. Essas linhas formam o **espectro de linhas** ou **espectro atômico**.



Fonte: R. H. Petrucci et al. *General Chemistry*. 11. ed. Ontário: Pearson, 2017. p. 313.

Alguns exemplos de espectros atômicos são representados na figura a seguir.



"Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica."

O desenvolvimento dessa habilidade se iniciou no capítulo 1, prosseguiu no capítulo 2 e continua neste, com os estudantes conhecendo o modelo de Bohr.

Os modelos anteriores não explicavam a interação da matéria com as ondas eletromagnéticas e o modelo de Bohr foi uma tentativa de incluir essas interações.

Assim, o modelo possibilita explicar fatos como os espectros atômicos, a cor dos luminosos de neônio (ou de outros gases), a coloração típica dos elementos no teste da chama, a cor dos fogos de artifício e a luminosidade emitida por interruptores fosforescentes, por vaga-lumes e outras formas de luminescência.

O caráter preditivo das teorias científicas novamente se faz presente, possibilitando aos estudantes "associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos" e "aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico" (BNCC, 2017, p. 321).

O estudo de alguns modelos atômicos, neste volume, possibilita aos estudantes a percepção do conhecimento científico como provisório, "as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico." (BNCC, 2017, p. 322.)

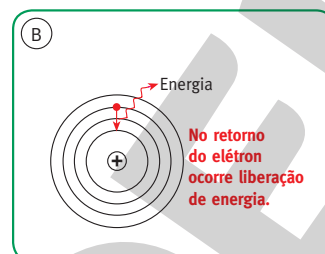
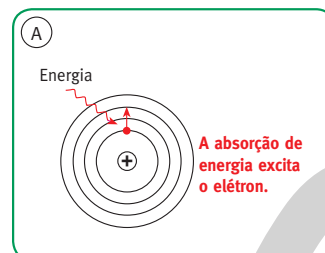
Postulados do modelo atômico de Bohr

O **modelo atômico de Bohr**, uma proposta para explicar o espectro de linhas de elementos químicos, foi desenvolvido pelo dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), em 1913. Para elaboração de seu modelo atômico, o cientista propôs alguns **postulados** (afirmações consideradas verdadeiras sem demonstração, pontos de partida para um raciocínio). Entre esses postulados estão os seguintes:

- Os elétrons nos átomos movimentam-se ao redor do núcleo em trajetórias circulares (chamadas de **camadas**, ou **níveis**, e designadas por K, L, M, N etc.; a camada mais próxima do núcleo é designada pela letra K, e assim sucessivamente).
- Cada um desses níveis tem um valor determinado de energia. (Por isso, são também denominados **níveis de energia**.)
- Não é permitido a um elétron permanecer entre dois níveis.
- Um elétron pode passar de um nível para outro de maior energia, desde que **absorva** energia externa (ultravioleta, luz visível, infravermelho etc.). Quando isso acontece, dizemos que o elétron foi **excitado** ou que ocorreu uma **transição eletrônica** para um nível de maior energia (veja o esquema A, ao lado).
- Um elétron excitado pode sofrer transição eletrônica de retorno ao nível inicial. Nesse caso, há **liberação** de energia, por exemplo, como luz visível ou ultravioleta (esquema B).

Uma novidade desse modelo é que a energia dos elétrons é **quantizada**, ou seja, apresenta apenas determinados valores.

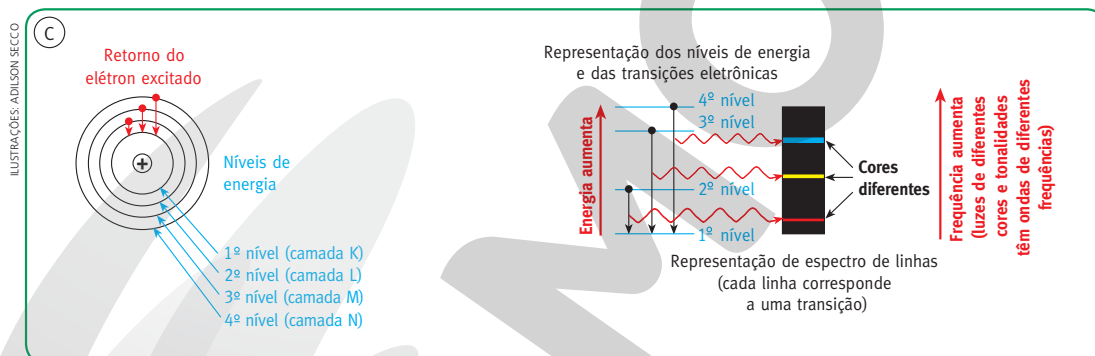
Utilizando o modelo de Bohr, podem-se explicar os espectros atômicos (esquema C). Os elétrons são excitados pela energia elétrica, na lâmpada de gás. Em seguida, ao retornarem aos níveis de menor energia, liberam energia na forma de luz. Como a cor da luz emitida depende da diferença de energia entre os níveis envolvidos na transição e como essa diferença varia de elemento para elemento, a luz apresentará cor característica para cada elemento.



A. Esquema de uma **excitação eletrônica**, que ocorre com absorção de energia.

B. Esquema do retorno do elétron. Nessa transição de retorno, há liberação de energia.

C. Esquema que explica a emissão de apenas algumas cores nos espectros atômicos.



Fontes: Esquema A, B e C elaborados a partir de D. Halliday et al. *Fundamentals of Physics*. 10. ed. Hoboken: John Wiley, 2014. p. 1.207; M. S. Silberberg e P. G. Amateis. *Chemistry: the molecular nature of matter and change*. 8. ed. Nova York: McGraw-Hill. 2018. p. 305.

Sugestão de atividade

Em adição à sugestão de atividade já apresentada na página 60 deste Manual do professor, são recomendados os dois experimentos comentados a seguir.

O teste da chama

O teste da chama é feito com um filamento de níquel-cromo seguro por uma pinça de madeira. A ponta desse filamento deve ser mergulhada em HCl (aq) concentrado e depois impregnada com sal de lítio, cálcio, cobre, bário, sódio etc.

Quando essa extremidade é levada à chama clara de um bico de Bunsen, ocorre a volatilização do cloreto do metal, que, por causa da excitação dos elétrons pela energia proveniente da chama, produz uma chama luminosa de coloração característica, que depende do metal presente.

Por **SEGURANÇA** (a prática envolve ácido concentrado e chama), recomendamos que seja uma **DEMONSTRAÇÃO FEITA PELO PROFESSOR**. O resultado do experimento permite estabelecer relação com a cor dos fogos de artifício, dos letreiros luminosos, das lâmpadas de vapor de sódio etc.

O artigo de Gracetto, Hioka e Santin Filho, relacionado em *Sugestão de leitura complementar para professores*, na primeira parte deste Manual do professor, propõe uma interessante variante do teste da chama.

No caso de optar por ela, esteja **muito atento às recomendações de segurança** propostas no artigo.

Fluorescência com materiais simples

No artigo de Nery e Fernandez, indicado em *Sugestão de leitura complementar para professores*, as autoras fornecem procedimento com materiais relativamente simples (água tônica, espinafre, casca de ovo marrom e luz negra), que permite observar a fluorescência.

5 Algumas aplicações do modelo de Bohr

O teste da chama

O procedimento que comentaremos a seguir é conhecido como **teste da chama**. Ele teve importância histórica como um dos métodos empregados na detecção de certos elementos metálicos em amostras de minerais. **Devido aos riscos potenciais envolvidos, NÃO deve ser realizado pelos estudantes!**

Na ponta (curvada em forma de pequeno círculo) de um fio feito de níquel e cromo (metais que não interferem no resultado do experimento), coloca-se uma pequena amostra de cloreto de sódio (NaCl) e leva-se à chama de um bico de Bunsen, segurando-o com um pregador de madeira ou fixado a um bastão de vidro para não queimar os dedos. Isso está mostrado na foto ao lado.

A observação que se faz é que a chama, inicialmente azul bem clara, quase transparente, adquire uma intensa coloração amarela. Repetindo-se esse procedimento, porém utilizando brometo de sódio (NaBr) ou iodeto de sódio (NaI), também se observa que a chama adquire coloração amarela.

Como esse fio, levado à chama sem a presença do composto, não produz coloração na chama, isso parece indicar que o sódio deve ser o responsável pela coloração.

De fato, ao repetir esse procedimento com compostos de alguns outros elementos metálicos, percebe-se que cada um deles produz uma cor característica ao ser submetido à chama. Algumas dessas cores estão relacionadas na tabela ao lado.

A cor no teste da chama é uma característica do elemento metálico presente no composto analisado.

Explicação da luz emitida no teste da chama

Quando os átomos de um elemento são colocados na chama, o calor excita alguns elétrons, isto é, faz com que passem para níveis de maior energia. Ao voltarem aos níveis iniciais, liberam energia na forma de luz de várias cores, que são características dos átomos de cada elemento; são as cores que aparecem no espectro atômico do elemento. A mistura dessas cores, emitidas simultaneamente por diversos átomos, resulta na cor vista no teste da chama.

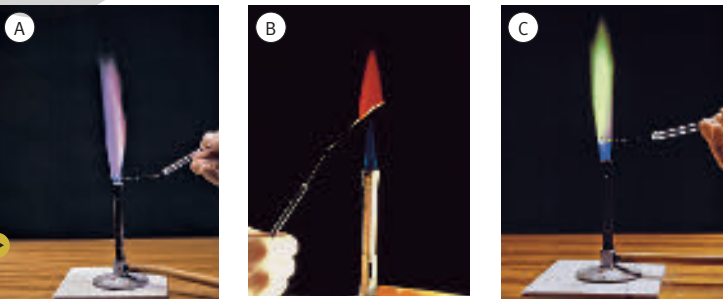


Teste da chama com o elemento sódio.

Cores emitidas pelos átomos de alguns elementos no teste da chama

Elemento	Cor
Sódio	Amarelo
Potássio	Violeta
Cálcio	Vermelho-tijolo
Estrôncio	Vermelho-carmim
Bário	Verde
Cobre	Verde-azulado
Chumbo	Azul-pálido

Fonte: G. Svehla. *Vogel's Qualitative inorganic analysis*. 7. ed. Harlow: Longman, 1996. p. 7, 67.



Teste da chama com os elementos potássio (A), estrôncio (B) e bário (C).

Outra opção é mostrar uma reação química que produz fluorescência em um corante especial, o que ocorre nos bastões luminosos usados em algumas festas e baladas.

Esses bastões são relativamente fáceis de encontrar em lojas de artigos para festa e podem ser levados à sala de aula para uma demonstração. São tubinhos plásticos que, quando dobrados, passam a emitir brilho colorido, que persiste por vários minutos e pode ser observado em ambientes não muito claros.

Fogos de artifício

Quando os fabricantes desejam produzir fogos de artifício coloridos, eles misturam à pólvora compostos de certos elementos químicos apropriados.

Para obter a cor amarela, por exemplo, adicionam sódio. Para conseguir o vermelho-carmim, colocam estrôncio. Quando querem o verde-azulado, usam cobre. Desejando o verde, empregam bário.

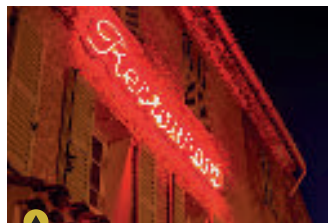
A cor que um elemento dá aos fogos de artifício é a mesma que ele tem no teste da chama. No momento em que a pólvora explode, a energia liberada na explosão excita os elétrons desses átomos. Quando retornam aos níveis de menor energia, liberam luz colorida: exatamente a cor que seria vista no teste da chama.

Luminosos e lâmpadas de gás

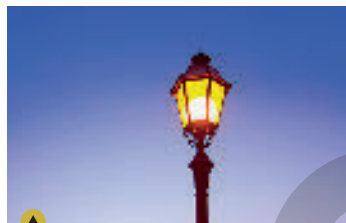
Os luminosos de neônio e as lâmpadas de vapor de sódio ou mercúrio são dispositivos de funcionamento similar. Neles, há uma substância no estado gasoso (gás neônio, vapor de sódio e vapor de mercúrio, respectivamente), cujos elétrons são excitados pela energia elétrica. Quando esses elétrons retornam a níveis de menor energia, há a emissão de luz.

Nos luminosos de gás neônio, a luz emitida é vermelha, e, nas lâmpadas de vapor de sódio, é amarela.

Nas lâmpadas de vapor de mercúrio, também conhecidas como lâmpadas fluorescentes, há liberação de quantidade apreciável de ultravioleta, que não é visível. A pintura que reveste tais lâmpadas contém uma substância especial (denominada fluorescente), que absorve o ultravioleta e reemite luz branca, visível.



Luminoso de neônio.



Lâmpada de vapor de sódio.



Lâmpada fluorescente de mercúrio.

Teclas e ponteiros fosforescentes

Alguns materiais, quando absorvem ultravioleta ou outras variedades de ondas eletromagnéticas, emitem luz visível. Esse fenômeno é chamado genericamente de **luminescência**.

Quando a emissão ocorre imediatamente após a absorção, o fenômeno é chamado de **fluorescência**. Se, por outro lado, a emissão demorar alguns segundos ou até mesmo algumas horas, é denominado **fosforescência**. As teclas de interruptores e os ponteiros de relógio que brilham no escuro são feitos de materiais fosforescentes. Alguns elétrons são excitados quando esses materiais estão iluminados e, gradualmente, retornam à situação inicial, emitindo luminosidade. Por isso, quando apagamos as luzes, permanecem visíveis durante algum tempo.



Tecla fosforescente de interruptor elétrico, em ambiente iluminado (à esquerda) e em ambiente recém-escurecido (à direita).

ATENÇÃO!

NUNCA caia na tentação de manipular fogos de artifício. **Acidentes sérios, com queimaduras e até morte, atestam o risco que é manuseá-los.**



A energia liberada na explosão da pólvora dos fogos de artifício excita elétrons de elementos usados na fabricação. Na transição eletrônica de retorno, há liberação de luzes de diferentes cores, dependendo dos elementos utilizados.

Dentro do tubo plástico também existe uma ampola fechada de vidro bem fino, contendo solução de peróxido de hidrogênio.

Quando o tubo plástico é dobrado, a ampola de vidro se quebra, os reagentes entram em contato e, por conseguinte, a reação se inicia.

O éster reage com o peróxido de hidrogênio, produzindo duas substâncias, uma das quais reage imediatamente com o fluoróforo, transferindo energia para ele, o que causa a excitação de alguns de seus elétrons.

O retorno desses elétrons ao estado fundamental emite luz, cuja cor depende do fluoróforo utilizado.

Embora bonitos e interessantes, o uso desses bastões em larga escala constitui uma diversão **questionável do ponto de vista ambiental**, pois se trata de uma utilização efêmera e pouco relevante dos plásticos.

Também é importante ressaltar a **toxicidade do líquido**, pois o peróxido de hidrogênio é oxidante e uma das substâncias produzidas (um fenol) é irritante da pele e um possível agente cancerígeno.

Não se recomenda, em hipótese alguma, **abrir esses bastões** nem ter contato direto com o líquido que está dentro deles.

Nesses bastões, uma vez ativados, tem-se um exemplo de **quimioluminescência**, emissão de luz decorrente de uma reação química. Para conhecimento do docente, vamos comentar como funcionam esses bastões.

Uma formulação comum nesses produtos é a seguinte: o tubo plástico contém uma mistura líquida de um éster difenílico cloro-substituído derivado do ácido oxálico ($\text{HOOC}-\text{COOH}$) — éster conhecido pela sigla TCPO, do nome em inglês *bis(2,4,6-trichlorophenyl) oxalate* — e um **corante fluorescente** apropriado, genericamente denominado **fluoróforo** (isto é, que produz fluorescência).

6 Distribuição eletrônica nas camadas

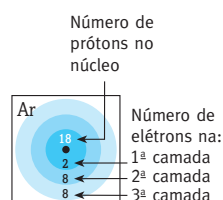
Distribuição eletrônica do hidrogênio ao argônio

Cada uma das **camadas eletrônicas** pode comportar um diferente número máximo de elétrons. Por exemplo, a primeira das camadas comporta no máximo 2 elétrons, a segunda, no máximo 8, e a terceira, no máximo 18.

Existe uma tendência de os elétrons ocuparem camadas de energia mais baixa. Quando os elétrons estão na situação de menor energia possível, dizemos que o átomo está em seu **estado fundamental**.

Usando técnicas experimentais adequadas, os cientistas determinaram a **distribuição eletrônica em camadas** para os átomos dos elementos químicos, ou seja, quantos elétrons há em cada um dos níveis da eletrosfera dos átomos (eletricamente neutros e no estado fundamental). A tabela a seguir mostra a distribuição eletrônica dos átomos de hidrogênio ($Z = 1$) até argônio ($Z = 18$).

Legenda do esquema abaixo:



1	Distribuição eletrônica dos átomos dos primeiros 18 elementos. Veja a legenda, acima, à esquerda, para interpretar corretamente os dados.						18
H							He
	2	13	14	15	16	17	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

Fonte: T. L. Brown et al. *Chemistry: the central science*. 14. ed. Nova York: Pearson, 2018. p. 245.

Distribuições eletrônicas:

${}_1\text{H}$:	K-1
${}_2\text{He}$:	K-2
${}_3\text{Li}$:	K-2 L-1
${}_4\text{Be}$:	K-2 L-2
${}_5\text{B}$:	K-2 L-3
${}_6\text{C}$:	K-2 L-4
${}_7\text{N}$:	K-2 L-5
${}_8\text{O}$:	K-2 L-6
${}_9\text{F}$:	K-2 L-7
${}_{10}\text{Ne}$:	K-2 L-8
${}_{11}\text{Na}$:	K-2 L-8 M-1
${}_{12}\text{Mg}$:	K-2 L-8 M-2
	etc.

O átomo de hidrogênio ($Z = 1$) apresenta 1 próton e 1 elétron. Esse elétron situa-se na primeira camada. No caso do hélio ($Z = 2$), há dois prótons no núcleo e 2 elétrons na primeira camada. (Os nêutrons presentes situam-se sempre no núcleo, junto com os prótons.)

O átomo de lítio ($Z = 3$) tem 3 prótons no núcleo e 3 elétrons na eletrosfera, dos quais dois ocupam a primeira camada, preenchendo-a, e o terceiro ocupa a segunda camada. À medida que percorremos a tabela periódica, a cada aumento de uma unidade no número atômico, tem-se aumento de 1 próton no núcleo e de 1 elétron na eletrosfera. Esse elétron adicional tende a ocupar a camada de menor energia que ainda tenha capacidade para comportá-lo. Quando uma camada está preenchida, o elétron adicional ocupa uma nova camada.

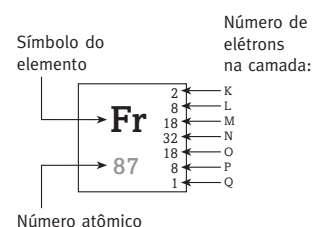
Esse raciocínio se aplica bem aos primeiros elementos, até o argônio. A partir daí, observa-se que alguns elétrons ocupam uma camada mais externa, mesmo que a anterior não esteja totalmente preenchida. Isso é explicado por um modelo mais avançado, o **modelo de sub-níveis**, que pode ser estudado no Ensino Médio e na Universidade.

Distribuição eletrônica dos elementos representativos

O esquema a seguir apresenta a distribuição eletrônica de diversos elementos representativos (grupos 1, 2 e de 13 a 18).

Analisar o esquema com atenção. As informações nele contidas serão bastante úteis para evidenciar que **existe uma relação entre a distribuição eletrônica de um elemento e sua posição na tabela periódica**, ou seja, seu período (linha, horizontal) e seu grupo (coluna, vertical).

Legenda do esquema abaixo:



1º período	1								18
	H 1								He 2
2º período		2							
	Li 3	Be 4							
3º período									
	Na 11	Mg 12							
4º período									
	K 19	Ca 20							
5º período									
	Rb 37	Sr 38							
6º período									
	Cs 55	Ba 56							
7º período									
	Fr 87	Ra 88							

Distribuição eletrônica dos átomos dos elementos representativos (isto é, dos grupos 1, 2 e de 13 a 18 da tabela periódica). Siga a legenda, apresentada no alto, à direita, para interpretar corretamente os dados.

Fonte: T. L. Brown et al. *Chemistry: the central science*. 14. ed. Nova York: Pearson, 2018. p. 245.

7 Distribuição eletrônica e tabela periódica

Número de camadas eletrônicas e período do elemento

Analisando os dados do esquema acima, é possível perceber que os elementos do primeiro período (H e He) apresentam átomos com uma camada eletrônica, elementos do segundo período (Li, Be, B, C, N, O, F e Ne) apresentam átomos com duas camadas e assim sucessivamente até os elementos do sétimo período, cujos átomos têm sete camadas.

Concluimos, portanto, que elementos de um **mesmo período** apresentam átomos com **igual número de camadas eletrônicas**. Além disso, o número de camadas eletrônicas com elétrons é igual ao número do **período do elemento** na tabela periódica.

Atividades

Ao final desse item 7, proponha os exercícios 7 a 11 do Use o que aprendeu.

Respostas do Use o que aprendeu

1. Resposta pessoal. Espera-se que, como decorrência da atividade, os estudantes percebam como somos dependentes do conforto trazido pelas tecnologias associadas à produção e/ou detecção de ondas eletromagnéticas.
2. Embora a resposta seja pessoal, é de esperar que as ondas de luz visível sejam as mais citadas, em decorrência da grande confiança que o ser humano deposita na visão.
3. a) Espera-se que, na pesquisa, os alunos descubram a utilidade dos raios X nas máquinas que verificam a presença de armas, explosivos e outros itens perigosos e/ou ilegais na bagagem. Espera-se, também, que descubram que os detectores através dos quais as pessoas passam, nos aeroportos, não são baseados em raios X, mas sim no magnetismo (trata-se de detecção magnética de metais, como nos dispositivos existentes na porta de bancos).
- b) Entre os exemplos que os estudantes podem encontrar estão a análise de materiais para detectar imperfeições ou trincas e a verificação de dimensões internas de peças e equipamentos.
4. O nome “radar” designa um aparelho que emite feixes de ondas eletromagnéticas (micro-ondas, geralmente), capta esses feixes quando retornam após reflexão em um objeto e, analisando o tempo gasto no percurso de ida e volta, determina a posição e/ou a velocidade do objeto.

A ilustração abaixo mostra os símbolos dos elementos representativos. Ao redor desses símbolos, os elétrons de valência são representados como pequenas bolinhas. Tal simbologia é conhecida como **representação de Lewis** e será bastante útil na compreensão das ligações (uniões) químicas entre átomos, que estudaremos no próximo capítulo.

1	2	13	14	15	16	17	18
•H							He
•Li	•Be	•B	•C	•N	•O	•F	•Ne
•Na	•Mg	•Al	•Si	•P	•S	•Cl	•Ar
•K	•Ca	•Ga	•Ge	•As	•Se	•Br	•Kr
•Rb	•Sr	•In	•Sn	•Sb	•Te	•I	•Xe
•Cs	•Ba	•Tl	•Pb	•Bi	•Po	•At	•Rn
•Fr	•Ra						

Fonte: R. Chang e K. A. Goldsby. Chemistry. 12. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2016. p. 369.

Camada de valência e grupo do elemento

Pelos dados do esquema da página anterior, também é possível perceber que os átomos de elementos de um mesmo grupo (família) apresentam em comum o número de elétrons na última camada.

Os átomos de elementos do grupo 1 apresentam 1 elétron na última camada. A diferença entre a eletrosfera de seus átomos está no número de camadas. O átomo de H (primeiro período) tem uma camada, o de Li (segundo período) duas camadas, o de Na (terceiro período) três camadas etc.

Os átomos de elementos do grupo 2 têm 2 elétrons na última camada, os do grupo 13 têm 3 elétrons na última camada, os do grupo 14 têm 4 elétrons e assim por diante.

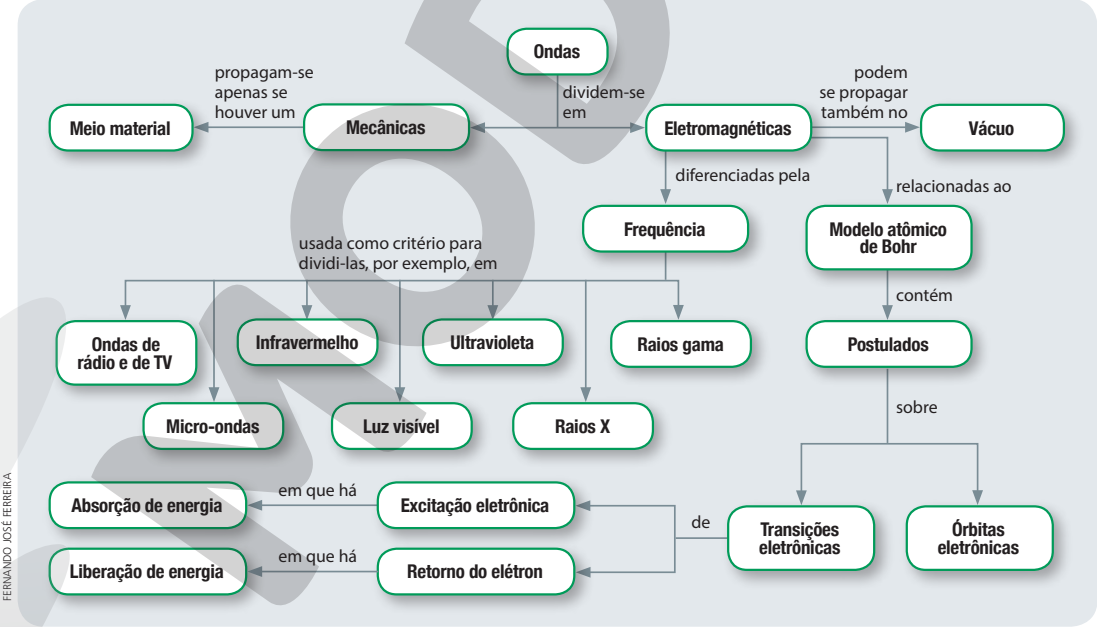
A camada mais externa do átomo de um elemento químico é aquela envolvida diretamente no estabelecimento de união com outro(s) átomo(s). Ela é denominada **camada de valência** e os elétrons dessa camada são chamados de **elétrons de valência**.

Elementos de um **mesmo grupo** (mesma família) da tabela periódica têm o **mesmo número de elétrons na camada de valência**.

Exceção a isso é o elemento hélio ($Z = 2$). Seus átomos apresentam 2 elétrons na camada de valência, mas ele não é colocado no grupo 2. Suas propriedades não se assemelham às dos elementos daquele grupo, mas sim às dos gases nobres (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn). Por isso, o **hélio** é considerado **gás nobre** e é incluído no **grupo 18** da tabela periódica.

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL



O tipo de dispositivo **citado no enunciado** não avalia a velocidade do veículo por meio de ondas eletromagnéticas, mas por sensores colocados no chão. Não se trata, portanto, de um verdadeiro radar. Há, contudo, locais em que a fiscalização eletrônica é feita com auxílio de radares verdadeiros (incluindo radares móveis, posicionados em diferentes locais a cada dia), que dispensam, portanto, sensores posicionados no chão.



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

1. Faça uma lista das utilidades das ondas eletromagnéticas em seu dia a dia. Confronte-a com a de seus colegas e, a seguir, responda: a humanidade teria a mesma qualidade de vida se não utilizasse as tecnologias associadas às ondas eletromagnéticas? Justifique sua opinião.
2. Na sua opinião, qual dos tipos de onda eletromagnética é o mais útil para você em seu dia a dia? Por quê?
3. Os raios X não são úteis apenas em Medicina. Pesquise e responda qual é a utilidade dos raios X:
 - a) na segurança de aeroportos;
 - b) na indústria.
4. Em algumas cidades brasileiras existem sensores no pavimento das ruas, espaçados a intervalos predeterminados, que, pressionados sucessivamente pelas rodas de um veículo, permitem avaliar a velocidade dele e, se estiver acima do permitido, fotografá-lo. Algumas pessoas chamam esse dispositivo de "radar". Explique por que essa denominação não está correta.
5. Boa parte dos satélites usados em comunicação são **geoestacionários**, ou seja, orbitam ao redor da Terra completando uma volta a cada 24 horas, o que faz com que estejam em órbita sempre sobre uma mesma região. Explique por que é conveniente que um satélite usado em comunicações seja geoestacionário.
6. Pesquise em que época viveu Guglielmo Marconi e qual foi sua contribuição para a humanidade.



Guglielmo Marconi.

CULTURE CLUB/GETTY IMAGES

Seu aprendizado não termina aqui

O efeito das ondas eletromagnéticas de diferentes frequências sobre a saúde humana é o tema de muitos estudos científicos. De vez

em quando, surgem novas descobertas. Fique atento às notícias sobre esse assunto, pois ele certamente é de seu interesse.

6. O tema proposto para os alunos pesquisarem permite que tomem conhecimento de que, apesar de Heinrich Hertz ter descoberto as ondas de rádio, ele não se deu conta da potencialidade comercial de sua descoberta.

O italiano Guglielmo Marconi (1874-1937) aplicou a descoberta de Hertz para construir um telégrafo sem fio, em 1895, que possibilitou trocar mensagens em código morse entre dois telégrafos não fisicamente conectados. (Anteriormente, o código morse já era empregado na telegrafia com fio.)

O telégrafo de Marconi era um emissor/receptor rudimentar de ondas de rádio. Por essa razão, alguns o consideram inventor do rádio. A invenção de Marconi possibilitou uma nova era nas comunicações, abrindo caminho para diversas aplicações posteriores de ondas eletromagnéticas nas comunicações. Marconi recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1909.

7. É possível. Como o rubídio é do quinto período, seus átomos têm cinco camadas eletrônicas. E, como é alcalino (grupo 1), tem um elétron na camada de valência (última camada).
8. É possível. Os elementos do grupo 14 (família do carbono) têm 4 elétrons na camada de valência.
9. a) O primeiro mencionado está no 4º período (4 camadas) e no grupo 2 (2 elétrons de valência).
O outro está no 3º período (3 camadas) e no grupo 15 (5 elétrons de valência).
b) Respectivamente, cálcio (Ca) e fósforo (P).
10. a) $K - 2 \quad L - 6$
b) Grupo 16.
Obs.: É o oxigênio.
11. a) $K - 2 \quad L - 4$
b) Grupo 14.
Obs.: É o carbono.

5. Espera-se que os alunos concluam que o satélite geoestacionário permite que a antena que emite sinais para ele e também a que recebe sinais provenientes dele fiquem apontadas sempre na mesma direção, facilitando bastante o processo de comunicação via satélite.
Você pode comentar com os alunos: já imaginou, por exemplo, se, na recepção doméstica de sinais de tevê por antena parabólica, esta tivesse de ser constantemente reorientada a fim de apontar para o satélite? E como ficaria o sinal quando tal satélite estivesse do outro lado do planeta?

Fechamento da unidade A

Objetivo: Propiciar uma situação de trabalho em que os alunos se interessem por informações referentes à Química, especialmente sobre os elementos químicos, sua descoberta, suas aplicações e sua eventual periculosidade.

Comentário: Conforme deixa claro o texto da atividade, nessa página do livro do estudante, o professor deve propor a cada aluno, membro da equipe, o nome de um elemento químico a fim de que sejam pesquisadas características desse elemento, tais como origem e significado do nome, época da descoberta e contexto histórico em que se deu essa descoberta, ocorrência natural, importância no sistema produtivo, grau de necessidade ao organismo humano ou grau de toxicidade.

Os resultados devem ser postados no *blog* de Ciências de cada equipe.

Não há por que transformar esse tipo de pesquisa em algo demorado e enfadonho. É mais produtivo pedir informações objetivas.

A seu critério, pode haver a apresentação em público dos resultados. Ela pode incluir recursos digitais (de acordo com conveniência e disponibilidade) e contribuir para desenvolver a competência de "utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética" (BNCC, 2017, p. 322).

Além de desenvolver habilidades e atitudes necessárias para expressar-se em público, a atividade pode despertar o interesse dos estudantes sobre outros assuntos correlatos, que poderão, a seu critério, ser desenvolvidos oportunamente.

FECHAMENTO DA UNIDADE

Isso vai para o nosso *blog*!

Os elementos químicos

#

A critério do professor, a classe será dividida em grupos e cada um deles criará e manterá um *blog* na internet sobre a importância do que se aprende na disciplina de Ciências Naturais. Na presente atividade, a meta é selecionar informações (acessar, reunir, ler, analisar, debater e escolher as mais relevantes e confiáveis) relacionadas aos tópicos abaixo para incluir no *blog*.

O professor atribuirá a cada membro da equipe um elemento químico, para que seja o foco das perguntas a seguir.

Em que ano foi descoberto?
Quem foi seu descobridor?

É necessário à saúde humana?
Em caso afirmativo, que problemas sua falta causa?

Qual é a origem (língua) do nome desse elemento?
O que esse nome significa?

Tem aplicações importantes para a sociedade?

É tóxico ao ser humano?
Que malefícios pode nos causar?

UNIDADE

B

MARIDAV/SHUTTERSTOCK



No funcionamento dos celulares podemos reconhecer, entre outros tantos, avanços científicos da Acústica e da Óptica. O que cada uma dessas áreas da Física estuda?

Abertura da unidade B

Nesta unidade, um fio condutor são os materiais. O capítulo 4 permite perceber que determinadas propriedades das substâncias são condicionadas pela estrutura submicroscópica, que, por sua vez, está vinculada ao tipo de ligação química entre os átomos.

No capítulo 5, os estudantes verão que materiais em vibração produzem ondas sonoras, caracterizadas por propriedades como frequência e velocidade. A frequência das ondas sonoras está vinculada a características do material que as produz e a velocidade de propagação depende do material pelo qual se propagam.

O último capítulo da unidade, o 6, versa sobre a interação da luz com materiais. Parte do capítulo se dedica à absorção ou reflexão das componentes da luz branca. Outra parte se ocupa com a passagem da luz por meios transparentes e uma terceira parte versa sobre a reflexão da luz na superfície de materiais, sejam aqueles que a refletem de maneira difusa, (uma parede ou uma folha de papel, por exemplo) sejam aqueles que a refletem de maneira regular (um espelho ou uma superfície metálica limpa e polida).

Sobre a pergunta feita aos estudantes nessa página, ela favorece o levantamento de saberes prévios sobre temas da unidade. Nos casos destacados, a Acústica relaciona-se ao funcionamento de alto-falantes, microfones e fones de ouvido; a Óptica, às luzes e cores emitidas pela tela.

Unidade B

73

Material digital

Consulte o **Plano de desenvolvimento** para auxiliá-lo no planejamento da unidade B, que corresponde ao 2º bimestre do ano letivo. Consulte também as **Sequências didáticas** propostas para o bimestre.

Principais conteúdos conceituais

- Noções sobre ligações químicas
- Algumas substâncias químicas de importância cotidiana
- Regra do octeto, distribuição eletrônica nas camadas e suas implicações na previsão de ligações químicas
- Noções sobre substâncias iônicas, substâncias moleculares e substâncias metálicas e suas propriedades
- Importância dos elementos no cotidiano
- Valência e tabela periódica

O capítulo tem como meta estabelecer a noção de que as substâncias podem ser classificadas em três categorias (iônicas, moleculares e metálicas), de acordo com o tipo de ligação química presente.

As ligações químicas podem ser classificadas fundamentalmente em interatômicas e intermoleculares. As primeiras, estudadas neste capítulo, se subdividem em iônica, covalente e metálica, que dão origem a grupos de substâncias que, tipicamente, apresentam algumas semelhanças.

No caso de a ligação interatômica ser covalente ou no caso dos gases nobres (monoatômicos), a substância é constituída por moléculas que, por sua vez, interagem entre si (principalmente nos estados sólido e líquido) por meio de ligações intermoleculares.

Uma noção comparativa da intensidade dessas ligações é fornecida na tabela do item 6 do capítulo.

Estudar ligações químicas interatômicas inclui perceber que há substâncias que conduzem eletricidade quando sólidas e que exibem brilho característico. Há substâncias que não conduzem corrente elétrica quando sólidas, mas, submetidas a temperaturas suficientemente altas para provocar sua fusão, passam a conduzi-la. E há substâncias que não apresentam condutividade elétrica apreciável em nenhum dos três estados físicos, à pressão ambiente.

CAPÍTULO

4

LIGAÇÕES QUÍMICAS

A aplicação de descobertas da pesquisa química a produtos que se destinam à sociedade pode proporcionar uma considerável melhoria da qualidade de vida. Entre os muitos avanços recentes está a elaboração de materiais leves e resistentes para confeccionar próteses de membros, como a que a atleta da foto está usando. Como os átomos se unem para constituir os materiais?



CHRISTOPHER MALCOLM/GETTY IMAGES

Da percepção da existência desses padrões, aliada à inclusão de cargas elétricas no modelo atômico, surgiram propostas de explicação para a ocorrência de ligações químicas entre os elementos e, também, para algumas das propriedades das substâncias resultantes de tais ligações.

MOTIVAÇÃO

Em Ciência, um importante procedimento é **classificar** os objetos em estudo, ou seja, separá-los em categorias de acordo com suas semelhanças.

Vamos, inicialmente, conhecer uma possível classificação de substâncias químicas, que as divide em três grupos, de acordo com suas propriedades. Com essa finalidade, as propriedades de algumas substâncias são apresentadas na tabela abaixo. As propriedades são:

- temperatura de fusão;
- condutividade elétrica no estado sólido;
- condutividade elétrica no estado líquido.

A condutividade elétrica é a propriedade que diferencia um condutor de um isolante elétrico (conceitos vistos no item 4 do capítulo 2). Os condutores elétricos apresentam elevada condutividade elétrica, ou seja, cargas elétricas podem se movimentar através deles com facilidade. Os isolantes elétricos, ao contrário, têm condutividade elétrica nula. Em outras palavras, podemos dizer que os condutores elétricos **conduzem corrente elétrica** e os isolantes elétricos **não a conduzem**.

Analise os dados da tabela e veja se você percebe quais são as regularidades usadas para agrupar essas substâncias em três categorias distintas. Registre suas conclusões no caderno e volte a elas após estudar o capítulo, reformulando-as se julgar necessário.

EDUARDO SANTALUSTRÁ



Note, consultando a tabela, que o sal de cozinha, ou cloreto de sódio (NaCl), é colocado no grupo das substâncias denominadas **iônicas**, que a água (H₂O) é incluída no grupo das substâncias **moleculares** e que a prata está no grupo das substâncias **metálicas**.

Propriedades de algumas substâncias químicas

Substância	Fórmula que representa a substância	Temperatura de fusão (°C)	Conduz corrente elétrica no:	
			estado sólido?	estado líquido?
Substâncias iônicas				
Cloreto de lítio	LiCl	610	Não	Sim
Brometo de potássio	KBr	734	Não	Sim
Cloreto de cálcio	CaCl ₂	775	Não	Sim
Cloreto de sódio	NaCl	801	Não	Sim
Óxido de alumínio	Al ₂ O ₃	2.053	Não	Sim
Óxido de magnésio	MgO	2.825	Não	Sim
Substâncias moleculares				
Etanol	C ₂ H ₆ O	− 114	Não	Não
Cloro	Cl ₂	− 102	Não	Não
Água	H ₂ O	0	Não	Não
Naftaleno	C ₁₀ H ₈	80	Não	Não
Iodo	I ₂	114	Não	Não
Glicose	C ₆ H ₁₂ O ₆	150	Não	Não
Substâncias metálicas				
Alumínio	Al	660	Sim	Sim
Prata	Ag	962	Sim	Sim
Ouro	Au	1.064	Sim	Sim
Cobre	Cu	1.085	Sim	Sim
Ferro	Fe	1.538	Sim	Sim
Platina	Pt	1.768	Sim	Sim

Fonte das temperaturas de fusão: W. M. Haynes (Ed.) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 92. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 3-455 e 4-4455.

Conteúdos procedimentais sugeridos

- Prever se uma substância é iônica, molecular ou metálica, com base em sua fórmula e consultando a tabela periódica.
- Elaborar a fórmula prevista para o composto iônico formado por um metal e um não metal, fundamentando-se na posição dos elementos na tabela periódica.
- Elaborar a fórmula eletrônica e a fórmula estrutural para casos simples de substâncias moleculares, a partir da fórmula molecular e da posição dos elementos na tabela periódica.
- De posse da tabela periódica e da carga de um íon, estabelecer uma comparação entre ele e o respectivo átomo neutro, no tocante ao número de prótons e ao de elétrons.

Prever se uma substância é iônica, molecular ou metálica depende do desenvolvimento da habilidade de verificar se cada elemento presente na fórmula da substância é metal ou não metal e também requer o domínio do encadeamento de ideias do mapa conceitual do capítulo.

Esse e os demais conteúdos procedimentais elencados para este capítulo podem ser desenvolvidos com as atividades propostas no livro.

Conteúdos atitudinais sugeridos

- Interessar-se pelas ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender melhor o mundo que nos cerca.
- Perceber que muito do conforto da vida moderna se deve à utilização de progressos da Química.
- Prestar atenção aos rótulos de produtos industrializados.
- Compreender que a Ciência é um constructo humano.

Essas são atitudes que se pretende desenvolver ao longo de todo o curso de Ciências da Natureza, em especial ao abordar temas ligados a tecnologia e sociedade. Este capítulo é bastante ilustrativo da importância prática das ideias científicas e permite que, durante ou após o seu desenvolvimento, se trabalhem esses conteúdos atitudinais com os alunos.

POTAPOV ALEXANDER/SHUTTERSTOCK



A safira é constituída principalmente de Al_2O_3 , uma substância iônica incolor. A cor se deve à pequena quantidade de "impurezas" presentes.

BIGBUBBLE99/SHUTTERSTOCK



A glicose, sólido cristalino branco, é uma substância molecular de fórmula $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

BR_09/SHUTTERSTOCK



O alumínio, sólido empregado na fabricação dessa maleta, é uma substância metálica de fórmula Al .

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Tipos de substâncias que estudaremos

Um dos possíveis critérios de classificação das substâncias, que é o empregado na tabela da página anterior, divide-as nos três grupos a seguir. Estudaremos a razão dos nomes dos grupos neste capítulo.

- Substâncias **iônicas** — conduzem a corrente elétrica no estado líquido, mas não no sólido. Têm temperaturas de fusão altas. Esse grupo inclui LiCl , KBr , CaCl_2 , NaCl , Al_2O_3 e MgO .
- Substâncias **moleculares** — não conduzem corrente elétrica nos estados sólido e líquido. Apresentam temperaturas de fusão mais baixas que as substâncias dos outros dois grupos. Nesse grupo estão $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, Cl_2 , H_2O , C_{10}H_8 , I_2 e $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
- Substâncias **metálicas** — conduzem corrente elétrica tanto no estado sólido quanto no líquido e têm temperaturas de fusão relativamente altas. Aqui se incluem Al , Ag , Au , Cu , Fe , Pt .

Interrompa sua leitura por alguns instantes e procure na tabela periódica os elementos que formam essas substâncias. Verifique se são metais ou não metais. A que conclusão você chegou?

2 Gases nobres e regra do octeto

Gases nobres: modelo de eletrosfera estável

Todas as substâncias químicas são formadas por átomos de elementos químicos. Os cientistas observaram que a imensa maioria das substâncias conhecidas é formada por átomos combinados, unidos. Às vezes são átomos de um mesmo elemento, às vezes de elementos diferentes.

Dos milhões de substâncias conhecidas, sabe-se de **apenas** seis nas quais existem **átomos não combinados**. Essas substâncias são o hélio, o neônio, o argônio, o criptônio, o xenônio e o radônio, gases presentes em pequena quantidade na atmosfera terrestre e formados por átomos não combinados dos elementos do grupo 18 da tabela periódica (He , Ne , Ar , Kr , Xe , Rn), o grupo dos **gases nobres**. Além disso, até hoje não foi descoberta sequer uma substância **natural** na qual átomos de gases nobres estejam combinados entre si ou com átomos de outros elementos.

Essas observações forneceram pistas aos cientistas para esclarecer como os átomos se combinam. Já que a eletrosfera é a parte mais externa dos átomos e o núcleo é muito pequeno, parece razoável ser a eletrosfera que atua na combinação dos átomos. E já que os gases nobres não tendem a se combinar, tudo indica que possuir uma eletrosfera semelhante à de um gás nobre permite a um átomo estabilizar-se.

Ligações químicas e camada de valência

Vimos, no capítulo 3, que os elétrons distribuem-se em camadas, ou em níveis (K, L, M etc.).

A camada mais externa da eletrosfera, denominada **camada de valência**, é a que mais pode se aproximar da eletrosfera de outro átomo e, por isso, é aquela envolvida nas **ligações químicas** que ocorrem entre os átomos e os mantêm unidos.

Regra do octeto

Para entender como funcionam as ligações entre os átomos, é importante analisar a eletrosfera dos gases nobres (veja a tabela ao lado), já que eles parecem ser a chave para entender a questão.

Ao contrário de todos os outros elementos, os gases nobres apresentam a última camada contendo 8 elétrons, com exceção do hélio, no qual a última camada só comporta 2. Tudo indica, portanto, que possuir 8 elétrons na última camada (ou 2, caso seja a camada K) faz com que o átomo fique estável.

Com raciocínio semelhante a esse, o estadunidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946) propôs, em 1916, uma teoria para explicar a ligação entre os átomos, que ficou conhecida como **modelo do octeto de elétrons**, ou, simplesmente, **regra do octeto**.

De acordo com a regra do octeto, um átomo estará estável quando sua última camada (camada de valência) possuir 8 elétrons (ou 2, caso se trate da camada K). Os átomos não estáveis se unem uns aos outros a fim de adquirir essa configuração de estabilidade.

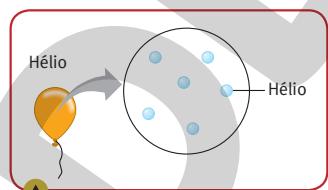
Ligações químicas e tipos de substâncias

As ligações químicas entre átomos, que estudaremos a seguir, são de três tipos: **iônica**, **covalente** e **metálica**. De modo geral:

- as substâncias **iônicas** são constituídas de metal e de não metal unidos por **ligação iônica**;
- as substâncias **moleculares** são constituídas de átomos de não metais entre os quais existe **ligação covalente**;
- as substâncias **metálicas** são constituídas de átomos de metal unidos por **ligação metálica**.

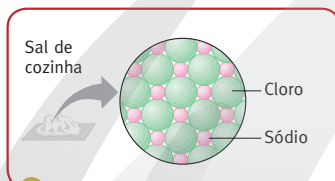
Distribuição eletrônica dos gases nobres						
Gás nobre	K	L	M	N	O	P
Hélio	2					
Neônio	2	8				
Argônio	2	8	8			
Criptônio	2	8	18	8		
Xenônio	2	8	18	18	8	
Radônio	2	8	18	32	18	8

Fonte: J. Kotz et al. *Chemistry and chemical reactivity*. 9. ed. Stamford: Cengage, 2015. p. 255.

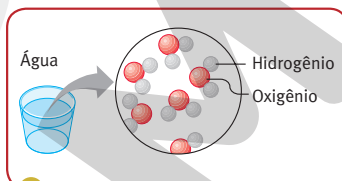


Nos gases nobres os átomos **não** estão unidos a outros átomos. O hélio, presente em balões, é um exemplo de gás nobre.

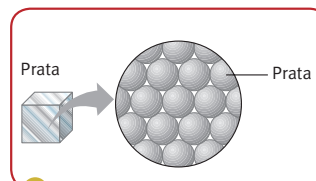
(Nessa figura e nas três abaixo os átomos e os íons estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.)



No NaCl há íons (átomos eletricamente carregados) de sódio e de cloro unidos por ligação iônica.



Na água há átomos de hidrogênio e de oxigênio unidos por ligação covalente, formando moléculas.



Em um pedaço de prata há muitos átomos de prata unidos por ligação metálica.

Atente!

Não faz sentido obrigar os alunos a memorizar a tabela periódica.

A tabela periódica é um instrumento de consulta e assim deve ser encarada por professores e alunos, inclusive nas avaliações.

Para discussão em grupo

A intenção da atividade é exercitar a capacidade de consulta à tabela periódica e a execução de comparações.

A atividade permite concluir quais são as cargas, em ligação iônica, dos elementos apresentados: Li^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Al^{3+} , Br^- e S^{2-} .

Esteja atento para esclarecer o significado das notações $2+$, $3+$ e $2-$ que aparecem sobrescritas à direita dos símbolos:

- $2+$: duas cargas positivas, resultantes da perda de 2 elétrons;
- $3+$: três cargas positivas, resultantes da perda de 3 elétrons;
- $2-$: duas cargas negativas, resultantes do recebimento de 2 elétrons.

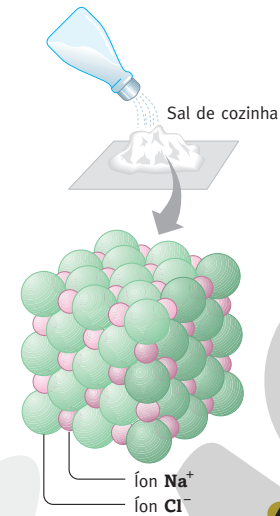


ATIVIDADE

Para discussão em grupo

Após ler todo o item 3, consultar a tabela periódica e procurar nela os elementos **Li, K, Mg, Ba, Al, Br e S**. Qual é o gás nobre cujo número de elétrons é mais próximo do de cada um deles? Quantos elétrons cada um desses elementos deve perder ou receber para atingir a estabilidade? Qual é a carga adquirida após a perda ou o recebimento de elétrons? Apresentar as conclusões ao professor e debater com ele cada caso.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO



Representação esquemática do retículo cristalino iônico do cloreto de sódio. Os íons estão representados por esferas em cores fantasiosas e em tamanho ampliado dezenas de milhões de vezes.

Fonte: M. S. Silberberg e P. G. Amateis. *Chemistry: the molecular nature of matter and change*. 8. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018. p. 370.

3 Ligação iônica

Uma substância muito usada pelo ser humano é o cloreto de sódio (principal componente do sal de cozinha), composta dos elementos sódio e cloro.

Consultando a tabela periódica, temos:

Elemento	Nº de prótons	Nº de elétrons	Carga elétrica total
Sódio (Na)	11	11	0
Cloro (Cl)	17	17	0

Agora compare a eletrosfera desses elementos com a dos gases nobres:

Elemento	Nº de prótons	Nº de elétrons	Carga elétrica total
Hélio (He)	2	2	0
Neônio (Ne)	10	10	0
Argônio (Ar)	18	18	0
Criptônio (Kr)	36	36	0
Xenônio (Xe)	54	54	0
Radônio (Rn)	86	86	0

Você notou que a eletrosfera do sódio está mais próxima, em número de elétrons, da eletrosfera do neônio? E que a do cloro está mais próxima da do argônio? Se não notou, analise novamente as tabelas antes de prosseguir.

Se o sódio perder um elétron, sua eletrosfera passará a ter o mesmo número de elétrons do neônio. E se o cloro receber um elétron, ficará com o mesmo número de elétrons do argônio.

Os cientistas concluíram que, no cloreto de sódio, os átomos de sódio têm 10 elétrons e os de cloro têm 18. Como consequência, esses átomos não estão eletricamente neutros.

Elemento	Nº de prótons	Nº de elétrons	Carga elétrica total
Sódio (Na)	11	10	+1
Cloro (Cl)	17	18	-1

Quando átomos perdem ou recebem elétrons, eles deixam de ser eletricamente neutros e passam a ser **íons**. Um **íon positivo** é chamado de **cátion** e um **íon negativo** é denominado **ânion**.

O cátion sódio é representado por Na^+ , o que indica a sua carga positiva. O ânion do elemento cloro é representado por Cl^- , o que indica a sua carga negativa. Como os íons Na^+ e Cl^- possuem cargas de sinais opostos, atraem-se mutuamente e mantêm-se unidos. Essa união entre íons é chamada **ligação iônica** e origina uma estrutura altamente organizada, o **retículo cristalino iônico**, esquematizada no desenho ao lado.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Ligação iônica e regra do octeto

Vejam como pode acontecer a união de metal e não metal do ponto de vista da regra do octeto. Consideremos átomos neutros dos elementos sódio e cloro:



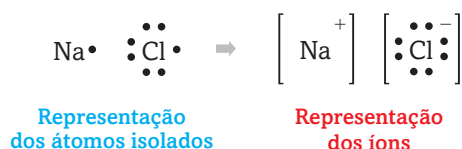
Não estão estáveis, pois não apresentam 8 elétrons na última camada.

Nenhum deles está estável, de acordo com a regra do octeto. Contudo, se houver uma transferência de 1 elétron do sódio para o cloro, ambos atingirão a estabilidade.

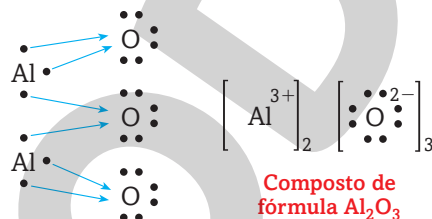
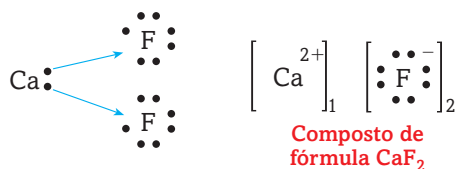


Ambos adquirem a estabilidade, pois ficam com 8 elétrons na última camada.

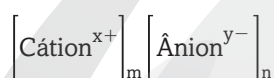
Esse processo pode ser esquematizado simplificadamente, representando-se por bolinhas os elétrons da última camada (a camada de valência) ao redor do símbolo do elemento:



O NaCl é um exemplo de **composto iônico**, ou seja, formado por íons. De modo geral, quando um elemento que tenda a doar elétrons para se estabilizar (metal) se unir a outro que tenda a recebê-los (não metal), a ligação será iônica. Veja mais dois exemplos:



Para escrever a fórmula de um composto iônico, basta verificar a carga do íon estável formado pelos elementos (pela regra do octeto) e considerar que, num composto, a carga elétrica total positiva deve ser igual à negativa, resultando **carga total nula**.



O cátion (íon positivo) é escrito à esquerda e o ânion (íon negativo) é escrito à direita.

Por exemplo:



Atente!

Outros exemplos de compostos iônicos são o MgBr_2 e o Al_2S_3 .

Em todo composto iônico, as cargas negativas e positivas se cancelam, e a carga total do composto é nula.

No MgBr_2 , por exemplo, as duas cargas positivas de cada Mg^{2+} são compensadas por duas cargas negativas de cada dois Br^- .

E, no Al_2S_3 , as seis cargas positivas de cada dois íons Al^{3+} são compensadas por seis cargas negativas de cada três íons S^{2-} .

Atividades

Ao final desse item 3, os alunos têm condições de fazer os exercícios 6 a 21 do *Use o que aprendeu*.



O cloreto de sódio (NaCl) é constituído de cátions Na^+ e ânions Cl^- . Tanto o sódio como o cloro, nesse caso, estão com oito elétrons na última camada.

Atente!

Um conceito incorreto, introduzido frequentemente em níveis elementares do ensino de Química, é o de que todas as substâncias seriam formadas por moléculas.

Isso não é verdade, e esse capítulo visa, entre outras metas, evitar essa concepção errônea. As substâncias iônicas e as metálicas não têm natureza molecular.

As moléculas são agrupamentos de átomos unidos por ligações covalentes. Por isso, as substâncias estudadas no item 4 são moleculares.

Para discussão em grupo

Mais uma vez, a intenção é exercitar a consulta à tabela periódica e a execução de comparações.

A atividade propõe uma comparação na qual se espera que os estudantes concluam o número de ligações covalentes esperadas para átomos de flúor (1), bromo (1), enxofre (2) e fósforo (3).



ATIVIDADE

Para discussão em grupo

Após ler todo o item 4, consultar a tabela periódica e procurar nela os elementos **F, Br, S e P**. Qual é o gás nobre cujo número de elétrons é mais próximo do de cada um deles? Quantos elétrons cada um desses elementos deve compartilhar numa ligação covalente para atingir a estabilidade? Qual seria a fórmula da molécula resultante da combinação de cada um desses elementos com o hidrogênio?

Apresentar as conclusões ao professor e debater com ele cada caso.

4 Ligação covalente

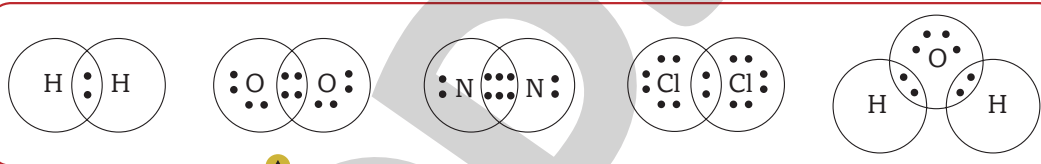
Como explicar a união entre átomos de um ou mais elementos químicos que precisem receber elétrons? Vamos examinar os casos das substâncias que têm **fórmula molecular** H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 e H_2O . Para os átomos dos elementos que as constituem, temos as seguintes distribuições eletrônicas (item 6 do capítulo 3):

Elemento	Camada K	Camada L	Camada M
Hidrogênio (H)	1	—	—
Nitrogênio (N)	2	5	—
Oxigênio (O)	2	6	—
Cloro (Cl)	2	8	7

Compare o número de elétrons na camada de valência desses átomos com o dos gases nobres. Para se assemelhar ao hélio, o hidrogênio precisa de mais 1 elétron (na camada K). Para se assemelhar ao neônio, o nitrogênio necessita de 3 elétrons (na camada L) e o oxigênio, de 2 (na camada L). O cloro precisa de 1 elétron (na camada M) para ficar com o mesmo número de elétrons do gás nobre argônio.

Os cientistas propuseram que, em substâncias como H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 e H_2O , os átomos se mantêm unidos porque suas eletrosferas **compartilham** alguns elétrons — a quantidade suficiente para que eles passem a ter eletrosfera semelhante à de gás nobre e se estabilizem, de acordo com a **regra do octeto**.

FERNANDO JOSÉ FERREIRA

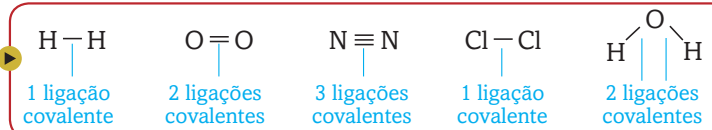


Representação esquemática do compartilhamento de elétrons nas moléculas H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 e H_2O . **Apenas os elétrons da camada de valência estão indicados** (por meio de bolinhas pretas). Os elétrons compartilhados estão na região de interseção dos círculos.

Nenhum dos átomos envolvidos se transformou em íon, ou seja, nenhum deles perdeu ou recebeu elétrons. Devido ao compartilhamento, todos passaram a ter, na última camada, a quantidade de elétrons que os faz se assemelharem a gases nobres.

Quando átomos se unem por compartilhamento de elétrons, dizemos que entre eles se estabelece **ligação covalente**. Cada **par de elétrons compartilhado** é considerado **uma ligação covalente**. Os grupos de átomos unidos por ligação covalente são chamados **moléculas**. A **fórmula estrutural de uma molécula** é uma representação na qual cada ligação covalente é indicada por um traço.

Fórmulas estruturais das moléculas das substâncias H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 e H_2O . Os traços pretos **representam** ligações covalentes.



Três maneiras distintas usadas para representar uma molécula são a **fórmula molecular**, a **fórmula eletrônica** (também denominada **fórmula de Lewis**) e a **fórmula estrutural**.

Fórmula molecular	H ₂	O ₂	N ₂	Cl ₂	H ₂ O
Fórmula eletrônica	H : H	: O : : O :	: N : : N :	: Cl : : Cl :	H : O : H
Fórmula estrutural	H—H	O=O	N≡N	Cl—Cl	H—O H

ILUSTRAÇÕES: FERNANDO JOSÉ FERREIRA

Na molécula de H₂ e na de Cl₂, há uma ligação covalente **simples**. Na molécula de H₂O há duas ligações covalentes simples. Na molécula de O₂ há **duas** ligações covalentes ou, pode-se dizer também, uma ligação covalente **dupla**. Na molécula de N₂, há **três** ligações covalentes ou uma ligação covalente **tripla**.

Outros exemplos de substâncias em que há ligações do tipo covalente			
Elemento(s)	Fórmula molecular	Fórmula de Lewis	Fórmula estrutural
Flúor	F ₂	: F : : F :	F—F
Bromo	Br ₂	: Br : : Br :	Br—Br
Carbono e oxigênio	CO ₂	: O : : C : : O :	O=C=O
Enxofre e hidrogênio	H ₂ S	H : S : H	H—S H
Nitrogênio e hidrogênio	NH ₃	H : N : : H H	H—N—H H
Carbono e hidrogênio	CH ₄	H H : C : H H	H H—C—H H
Carbono e cloro	CCl ₄	: Cl : : Cl : C : Cl : : Cl :	Cl Cl—C—Cl Cl

Atividades

Os exercícios 22 a 34 do *Use o que aprendeu* são oportunos assim que finalizado o assunto do item 4.

Aprofundamento ao professor

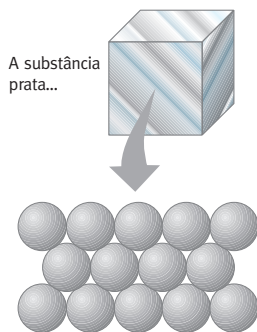
Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “O que é grafeno?”.

Atente!

A regra do octeto **não explica** a ligação metálica.

A explicação é dada pela Mecânica Quântica e não é abordada aqui, em função de sua complexidade.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO



... é formada por um aglomerado de átomos do elemento químico prata, unidos por ligação metálica.

Os átomos estão representados por esferas em cores fantasiosas e em tamanho ampliado dezenas de milhões de vezes.

MOHAMED ELSHAHED/AFP



O ouro é uma das substâncias metálicas conhecidas pelo ser humano há mais tempo. Por ser um metal muito maleável, o que facilita sua modelagem, é empregado desde a Antiguidade para fazer adornos e objetos artísticos. É o caso dessa máscara mortuária do faraó egípcio Tutancâmon (1368-1349 a.C.), exposta no Museu do Cairo, Egito.

5 Ligação metálica

Consideremos uma amostra da substância simples prata, que é formada por um aglomerado de muitos átomos do elemento químico prata. Cada átomo está rodeado por outros átomos iguais a ele e seu núcleo exerce atração sobre os elétrons de sua eletrosfera e também sobre os elétrons dos átomos vizinhos, mantendo toda a estrutura unida. A ligação entre átomos de metais é denominada **ligação metálica**.

Na estrutura da prata e dos demais metais, alguns dos elétrons não estão totalmente presos a um único átomo, apresentando a possibilidade de se moverem por toda a estrutura.

As **substâncias metálicas** (ou, simplesmente, metais) são úteis ao ser humano devido às suas propriedades, que, de modo bem genérico, estão as listadas a seguir.

- **Brilho característico.** Quando polidos, os metais refletem muito bem a luz. Essa propriedade é fácil de ver em bandejas e em espelhos de prata.
- **Alta condutividade térmica e elétrica.** São propriedades que se devem aos elétrons livres. O **movimento ordenado dos elétrons constitui a corrente elétrica**, e sua agitação permite a rápida propagação do calor através das substâncias metálicas.
- **Altas temperaturas de fusão e de ebulição.** Em geral, são características dos metais (embora haja exceções, como mercúrio, $TF = -39\text{ }^{\circ}\text{C}$, gálio, $TF = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, e potássio, $TF = 64\text{ }^{\circ}\text{C}$). Devido a essa propriedade e também à boa condutividade térmica, alguns metais são usados em painéis e em radiadores de automóveis.
- **Maleabilidade.** Metais são muito maleáveis, ou seja, fáceis de serem transformados em lâminas. O metal mais maleável é o ouro, que permite a obtenção das lâminas mais finas.
- **Ductibilidade.** Metais também são muito dúcteis, isto é, fáceis de serem transformados em fios. O ouro é também o mais dúctil dos metais, permitindo que dele se obtenham fios finíssimos.

Em destaque

Fios elétricos: uma aplicação de condutores e isolantes

Na instalação elétrica das residências são usados fios de cobre.

Como o cobre é um metal, tais fios são **condutores elétricos**.

Os plásticos usados para revestir os fios são substâncias moleculares e, portanto, não são condutores de corrente elétrica. São denominados **isolantes elétricos**. O papel desempenhado por esse revestimento plástico é justamente impedir que um fio toque outro ou que as pessoas encostem diretamente nos fios. Em ambos os casos, as consequências seriam perigosas (curto-circuito, choque elétrico).

Fios elétricos de cobre revestidos de plástico.



LUKASTUDIOSHUTTERSTOCK

Em destaque

Ligas metálicas

Ligas metálicas são misturas sólidas de dois ou mais elementos, sendo a totalidade, ou pelo menos a maior parte dos átomos nelas existentes, de elementos metálicos.

Ouro 18 quilates é uma liga de ouro e cobre (eventualmente contém também prata e outros metais) empregada pelos joalheiros.

Bronze é uma liga de cobre e estanho. É empregado na fabricação de sinos, estátuas, medalhas e monumentos.

Latão é uma liga de cobre e zinco. Serve para produzir torneiras, instrumentos musicais, porcas e parafusos.

Aço é uma liga de ferro com pequena quantidade de carbono. Trata-se da liga metálica mais usada pela nossa civilização, encontrando aplicação na produção de automóveis, navios, ferramentas, trilhos de trem, pregos e parafusos, latas para alimentos, arames, cabos para elevadores etc.

ARUNAS GABALISHUTTERSTOCK



Torneira de latão.

AFRICA STUDIO SHUTTERSTOCK



Medalha de bronze.

MKM3/SHUTTERSTOCK



Instrumento musical de latão, revestido de níquel.

6 Comparação entre os tipos de substâncias

Substâncias iônicas

As **substâncias iônicas** têm átomos de **metal e não metal** em sua composição. São constituídas por **íons** que se unem por **ligação iônica** formando o **retículo cristalino iônico**. Possuem altas temperaturas de fusão e de ebulição, por causa da forte atração entre os íons vizinhos de cargas opostas, e tendem a ser sólidas nas condições ambientes. São exemplos de substâncias iônicas:

- cloreto de sódio, NaCl, formado pelos íons Na^+ e Cl^- ;
- brometo de potássio, KBr, formado pelos íons K^+ e Br^- ;
- cloreto de magnésio, MgCl_2 , formado pelos íons Mg^{2+} e Cl^- ;
- óxido de alumínio, Al_2O_3 , formado pelos íons Al^{3+} e O^{2-} .

Substâncias moleculares

As **substâncias moleculares** possuem em sua composição átomos de um ou mais **não metais**. São formadas por **moléculas**, nas quais os átomos se unem por **ligações covalentes**. Apresentam temperaturas de fusão e de ebulição relativamente baixas. Exemplos:

De olho na BNCC!

• EF09CI01

“Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.”

No capítulo 1, os estudantes tomaram contato com as mudanças de estado físico e seus nomes. Também aprenderam que, a determinada pressão fixa, a temperatura permanece constante quando uma substância pura muda de estado físico, o que implica que as temperaturas de fusão e de ebulição são propriedades características das substâncias químicas.

Neste ponto do capítulo 4, os estudantes passam a ser capazes de explicar as mudanças de estado físico com base em modelos de constituição submicroscópica da matéria. As atividades do *Explore diferentes linguagens* envolvem a utilização desses modelos.

Também neste capítulo, a utilização desses modelos, juntamente com as noções adquiridas sobre ligações químicas, possibilita que os estudantes prevejam a condutividade elétrica, ou não, de substâncias iônicas, moleculares e metálicas, em diferentes estados físicos. Isso está associado ao que é desenvolvido na próxima página e às atividades 45 a 48 do *Use o que aprendeu*.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

ligação iônica União química entre cátions e ânions. Está presente nas chamadas substâncias iônicas.

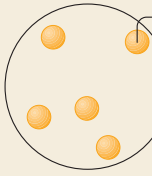
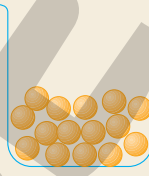
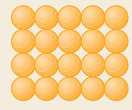
ligação covalente União química entre átomos que compartilham elétrons. É ela que mantém os átomos unidos em substâncias moleculares (isto é, constituídas de moléculas).

ligação metálica União química entre átomos de um ou mais elementos metálicos, da qual resulta uma estrutura em que há elétrons com livre movimentação. Está presente em substâncias metálicas.

Nos modelos mostrados na tabela, as moléculas estão representadas por esferas em cor fantasiosa, ampliadas alguns milhões de vezes.

- cloreto de hidrogênio, HCl, formado por moléculas nas quais há 1 átomo de hidrogênio e 1 de cloro;
- gás cloro, Cl₂, formado por moléculas em que existem 2 átomos de cloro;
- água, H₂O, formada por moléculas nas quais há 2 átomos de hidrogênio e 1 de oxigênio;
- açúcar de cana, ou sacarose, C₁₂H₂₂O₁₁, formado por moléculas com 12 átomos de carbono, 22 de hidrogênio e 11 de oxigênio.

As substâncias moleculares podem ser sólidas, líquidas ou gasosas nas condições ambientes. Numa substância gasosa, as moléculas estão fracamente unidas umas às outras. Num líquido, elas estão fortemente unidas e, num sólido, estão mais unidas ainda.

Características gerais das substâncias moleculares sólidas, líquidas e gasosas			
	Gás	Líquido	Sólido
Propriedades macroscópicas	Volume variável Forma variável	Volume fixo Forma variável	Volume fixo Forma definida
Modelo em nível molecular	 Representação esquemática para molécula, em cor fantasiosa		
Atração que mantém as moléculas unidas	Muitíssimo fraca	Forte	Mais forte que no líquido
Espaço entre as moléculas	Muito grande (centenas de vezes maior que no líquido)	Pequeno	Menor que no líquido
Organização das moléculas	Total desordem, com as moléculas se movimentando muito rapidamente	Moléculas livres para se movimentarem, mas sob influência das vizinhas	Moléculas em um arranjo organizado, mas oscilando (vibrando) ao redor de suas posições

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Substâncias metálicas

As **substâncias metálicas** apresentam átomos de **metal** em sua composição, unidos por **ligação metálica**. Elas têm, em geral, altas temperaturas de fusão e de ebulição, sendo sólidas nas condições ambientes. Notável exceção é o mercúrio, que é líquido.

São exemplos de substâncias metálicas:

- zinco, Zn, formado por muitos átomos de Zn;
- ferro, Fe, formado por muitos átomos de Fe;
- prata, Ag, formada por muitos átomos de Ag;
- ouro, Au, formado por muitos átomos de Au.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!
Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- ligação iônica
- ligação covalente
- ligação metálica

Explicação para a condutividade elétrica

Após estudar as ligações iônica, covalente e metálica, é importante que você tenha uma visão geral a respeito de algumas propriedades das substâncias que estão resumidas na tabela a seguir.

Algumas das propriedades das substâncias estudadas neste capítulo				
Substância	Temperaturas de fusão e de ebulição geralmente	Estado físico nas condições ambientes	Conduz corrente elétrica no:	
			estado sólido?	estado líquido?
Iônica	Altas	Sólido	Não	Sim
Molecular	Baixas	Sólido, líquido ou gasoso	Não	Não
Metálica	Altas	Sólido*	Sim	Sim

*Exceção relevante é o mercúrio (Hg), que é líquido.

Vamos, agora, explicar a diferença no comportamento desses três tipos de substâncias quanto à condutividade elétrica. Para isso, vamos empregar as seguintes ideias que já foram comentadas:

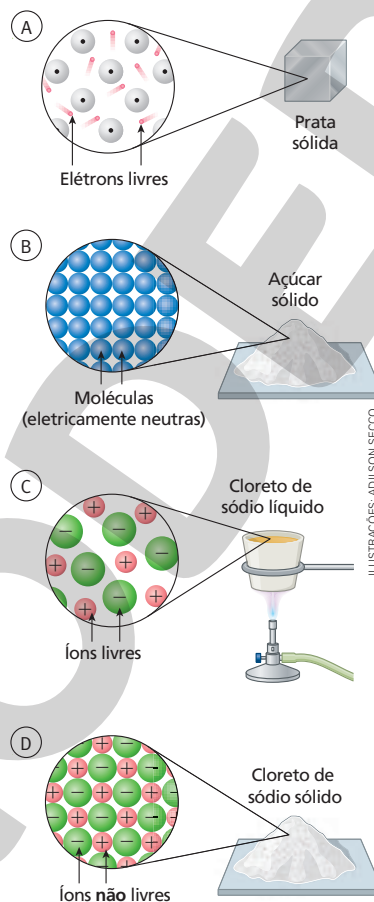
- substâncias iônicas são constituídas por íons (cátions e ânions) em retículos cristalinos iônicos;
- substâncias moleculares são constituídas por moléculas;
- substâncias metálicas são constituídas de átomos de elementos do tipo metal unidos por ligação metálica; alguns dos elétrons desses átomos têm liberdade para se movimentar através de toda a amostra (pedaço, peça, objeto) dessa substância;
- corrente elétrica é uma movimentação ordenada de cargas elétricas através de uma determinada substância ou de um determinado material.

As substâncias metálicas conduzem corrente elétrica no estado sólido devido aos elétrons livres (veja o esquema A, ao lado). Quando passam para o estado líquido (isto é, são fundidas, derretidas, sofrem fusão), os elétrons continuam livres e a condutividade elétrica se mantém.

Moléculas não possuem carga elétrica, ou seja, são eletricamente neutras. Assim, as substâncias moleculares não apresentam cargas livres e, portanto, são incapazes de conduzir corrente elétrica (esquema B).

Íons são entidades possuidoras de carga elétrica, isto é, não são eletricamente neutros. Uma substância iônica pode conduzir eletricidade no estado líquido, pois, nessas circunstâncias, os íons que a constituem não estão presos num retículo cristalino, mas livres para se movimentar (esquema C).

No estado sólido, ao contrário, as substâncias iônicas não conduzem a corrente elétrica, porque os íons não se encontram livres para se movimentar. No estado sólido, esses íons estão presos ("travados" no lugar), formando o retículo cristalino iônico (esquema D).



(Nos esquemas acima os átomos e os íons estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliadas dezenas de milhões de vezes.)

Atente!

Uma situação problemática diz respeito à condutividade elétrica da água. Quando um químico diz que, nas condições ambientes, a água pura (composto molecular) "não conduz corrente elétrica", ele está afirmando que ela apresenta uma condutividade elétrica **extremamente baixa**.

De fato, a água destilada contém pequenas concentrações de íons H_3O^+ e OH^- , provenientes da autoionização da água, responsáveis por uma condutividade elétrica muitíssimo reduzida, mas de mensuração possível desde que se disponha de equipamento adequado.

A condutividade elétrica da água pura ou de uma solução aquosa de um não eletrólito (açúcar, por exemplo) é muitíssimo baixa se comparada à de uma solução iônica. Apenas para efeito de comparação, considere os seguintes dados: a condutividade elétrica da água pura (a 25 °C) é $5,50 \times 10^{-8} \Omega^{-1} \times \text{cm}^{-1}$, e a condutividade de uma solução aquosa 0,1 mol/L de NaCl (a 25 °C) é $10,67 \Omega^{-1} \times \text{cm}^{-1}$. Nesse exemplo, a solução do eletrólito salino, o NaCl, tem condutividade elétrica **194 milhões de vezes maior** que a da água destilada!

Porém, atenção: a água presente em nosso dia a dia não é pura. A água da torneira, por exemplo, contém várias substâncias dissolvidas, principalmente sais minerais. Muitas dessas substâncias são iônicas e, dissolvidas em água, têm seus íons dissociados. Assim, a **água da torneira é condutora de corrente elétrica**.

Muito cuidado deve ser tomado para que esse líquido não tome contato com fios elétricos desencapados nem caia dentro de aparelhos eletrônicos. No caso de a água tomar contato com componentes elétricos desses aparelhos, pode causar danos a eles e, muito mais sério, colocar o usuário em risco de choque elétrico.

Atividades

Ao final dessa página, proponha aos estudantes os exercícios 43 a 48 do *Use o que aprendeu* e também as atividades 1 a 3 do *Explore diferentes linguagens*.

Substâncias são constituídas de elementos

Todas as substâncias têm átomos em sua composição. E cada átomo, de acordo com seu número atômico (número de prótons no núcleo), é de determinado elemento químico.

Assim, tudo de material que existe é formado por átomos de elementos químicos, que, conseqüentemente, têm presença marcante em nossa vida, na tecnologia e na produção industrial.

O texto e as ilustrações destas duas páginas mostram um pequeno resumo da importância dos elementos. Cada item listado pode ser uma aplicação, utilidade, ocorrência ou característica de:

- substância simples;
- substância composta ou íon constituído do elemento;
- mistura em que um dos componentes contenha o elemento.

Fontes dos dados compilados na tabela: J. Emsley. *Nature's building blocks: an A-Z guide to the elements*. New edition. Oxford: Oxford University Press, 2011; T. Gray. *The elements: a visual exploration of every known atom in the universe*. Nova York: Black Dog & Leventhal, 2009; H.-J. Quadbeck-Seeger. *World of the elements. Elements of the world*. Weinheim: Wiley-VCH, 2007; A. Stwertka. *A guide to the elements*. 2. ed. Nova York: Oxford University Press, 2002.

1A

Substâncias são constituídas de elementos

Todas as substâncias têm átomos em sua composição. E cada átomo, de acordo com seu número atômico (número de prótons no núcleo), é de determinado elemento químico.

Assim, tudo de material que existe é formado por átomos de elementos químicos, que, consequentemente, têm presença marcante em nossa vida, na tecnologia e na produção industrial.

O texto e as ilustrações destas duas páginas mostram um pequeno resumo da importância dos elementos. Cada item listado pode ser uma aplicação, utilidade, ocorrência ou característica de:

- substância simples;
- substância composta ou ion constituído do elemento;
- mistura em que um dos componentes contenha o elemento.

Fontes dos dados compilados na tabela: J. Emsley. *Nature's building blocks: an A-Z guide to the elements*. New edition. Oxford: Oxford University Press, 2011; T. Gray. *The elements: a visual exploration of every known atom in the universe*. Nova York: Black Dog & Leventhal, 2009; H.-J. Quadbeck-Seeger. *World of the elements. Elements of the world*. Weinheim: Wiley-VCH, 2007; A. Stwertka. *A guide to the elements*. 2. ed. Nova York: Oxford University Press, 2002.

1 1A HIDROGÊNIO H  1 • combustível para foguetes e carros • baterias de combustão • amônia, ácido clorídrico, margarina • remoção do enxofre de combustíveis • existente no Sol	2 2A LÍTIO Li  3 • baterias de íon lítio • medicamento psiquiátrico • graxas especiais • reagentes de organolítio para pesquisas • agentes redutores	4 4A BERÍLIO Be  4 • janela em aparelhos de raios X • esmeralda • ligas para aviões, freios, ferramentas • moderador em reatores nucleares • ogivas nucleares	11 1A SÓDIO Na  11 • sal de cozinha • soro fisiológico • sabões e detergentes • sistema nervoso • conservação de peixes e carnes bovinas • iluminação de ruas • airbag	12 2A MAGNÉSIO Mg  12 • liga leve para rodas e estrutura de aeronaves • fogos de artifício • antídotos e laxantes • água do mar • dolomita e magnesita • clorofila • cofator de enzimas	19 1A POTÁSSIO K  19 • fertilizantes • sistema nervoso • máscaras de oxigênio para suporte de vida • sabões macios • sal light • salitre • pólvora	20 2A CÁLCIO Ca  20 • gesso e giz • calcário, cal viva e cal hidratada • conchas de molusco, mármore, pérolas, casca de ovos • ossos e dentes • cimento	21 3 3B ESCÂNDIO Sc  21 • indução de germinação de sementes • aditivo em lâmpadas fluorescentes • tela de osciloscópios • tubo de imagem de televisores não planos • ligas com alumínio	22 4 4B TITÂNIO Ti  22 • próteses e implantes ósseos • implantes dentários • notebooks • marca-passo • pigmento branco para tintas, cosméticos e pasta de dente	23 5 5B VANÁDIO V  23 • aço para ferramentas • turbinas de avião • aço para molas • catalisadores para produzir ácido sulfúrico e para remoção industrial de gases poluentes	24 6 6B CRÔMIO Cr  24 • revestimento de torneiras e peças para bicicletas, automóveis, motos e barcos • aço inox • brocas de perfurar • pigmento para tintas • curtimento do couro	25 7 7B MANGANÊS Mn  25 • aço para cofres, trilhos, ferramentas, facas, colheadeiras, arados e ferramentas • pilha seca comum e alcalina • antifúngico • agentes oxidantes	26 8 8B FERRO Fe  26 • ferramentas, pregos, parafusos, arames, lutas, motores, carros • aço (constituinte principal) • ímãs • hemoglobina • centro da Terra	27 9 9B COBALTO Co  27 • lâminas de barbear, brocas de perfurar, ferramentas • ímãs • vitamina B12 • diagnósticos em medicina nuclear • pigmento azul
37 1A RUBÍDIO Rb  37 • fotocélulas • telas fluorescentes • datação de rochas, em geologia, empregando propriedades radioativas • removedor de O₂ em equipamentos de alto vácuo	38 2A ESTRÔNCIO Sr  38 • foguetes sinalizadores • fogos de artifício vermelhos • diagnósticos em medicina nuclear • datação de rochas, em geologia, empregando propriedades radioativas	39 3 3B ÍTRIO Y  39 • radares • laser para cortar, soldar e perfurar • ímãs de campo magnético intenso • tratamento de certas formas de câncer • lentes para câmeras	40 4 4B ZIRCÔNIO Zr  40 • zircônia para joias • sonda lambda (sensor de O₂ no escapamento de carros) • tubos para as varetas de fissão nuclear • materiais refratários • abrasivos	41 5 5B NIÓBIO Nb  41 • eletrodo para solda • revestimento de relógios finos • ferramentas de corte • termopares • supercondutor para ímãs potentes • implantes cirúrgicos	42 6 6B MOLIBDÊNIO Mo  42 • lubrificante em pó • aços especiais para facas e automóveis • nódulos (raízes de leguminosas) que fixam nitrogênio do ar em compostos que dão fertilidade ao solo	43 7 7B TECNÉCIO Tc  43 • diagnósticos de pulmões, ossos, medula óssea, placenta, rins e fígado em medicina nuclear • artificialmente produzido, por não ser encontrado no planeta	44 8 8B RUTÊNIO Ru  44 • instrumentos de medida e cirúrgicos • catalisadores industriais • revestimento de eletrodos • chips eletrônicos • contatos elétricos	45 9 9B RÓDIO Rh  45 • refletor de faróis • conversores catalíticos • contatos elétricos • revestimento brilhante e anticorrosivo para joias e relógios • catalisadores industriais					
55 1A CÉSIO Cs  55 • lâmpada emissora de infravermelho • relógio atômico, de altíssima precisão • mecanismo de ajuste da órbita de satélites • fotocélulas • radioterapia do câncer	56 2A BÁRIO Ba  56 • liga de Ba-Ni usada em velas de ignição • fogos de artifício verdes • contraste opaco para radiografias intestinais • fluido para perfuração • cristais piezoelétricos	57 3 3B LANTÂNIO La  57 • pedras de isqueiro • vidros para lentes especiais • microscópios eletrônicos • catalisadores para processamento do petróleo	72 4 4B HÁFNIO Hf  72 • barras empregadas no controle da fissão em reatores de submarinos nucleares e usinas termoeletricas • flashs fotográficos • cerâmicas refratárias • isolantes térmicos	73 5 5B TÂNTALO Ta  73 • instrumentos cirúrgicos • implantes ósseos • capacitores • eletrodos para leitoiros de gás neônio • retificadores de corrente elétrica (alternada/continua)	74 6 6B TUNGSTÊNIO W  74 • filamento de lâmpadas incandescentes • brocas perfuratrizes de vidro (liga W-Co) • ligas para resistência usada em fornos elétricos • cátodos de aparelhos produtores de raios X • eletrodo para solda	75 7 7B RÊNIO Re  75 • catalisador na produção de gasolina de alta qualidade • liga para resistência usada em fornos elétricos • termopares para medir altas temperaturas	76 8 8B ÓSMIO Os  76 • ponta da pena de canetas-tinteiro • agulhas de injeção • catalisadores industriais • agulha de bússola • reagente para revelar impressões digitais	77 9 9B IRÍDIO Ir  77 • padrão internacional de kg e m (liga Pt-Ir) • película em óculos de sol iridescentes • extremidade das velas de ignição • ponta da pena de canetas-tinteiro					

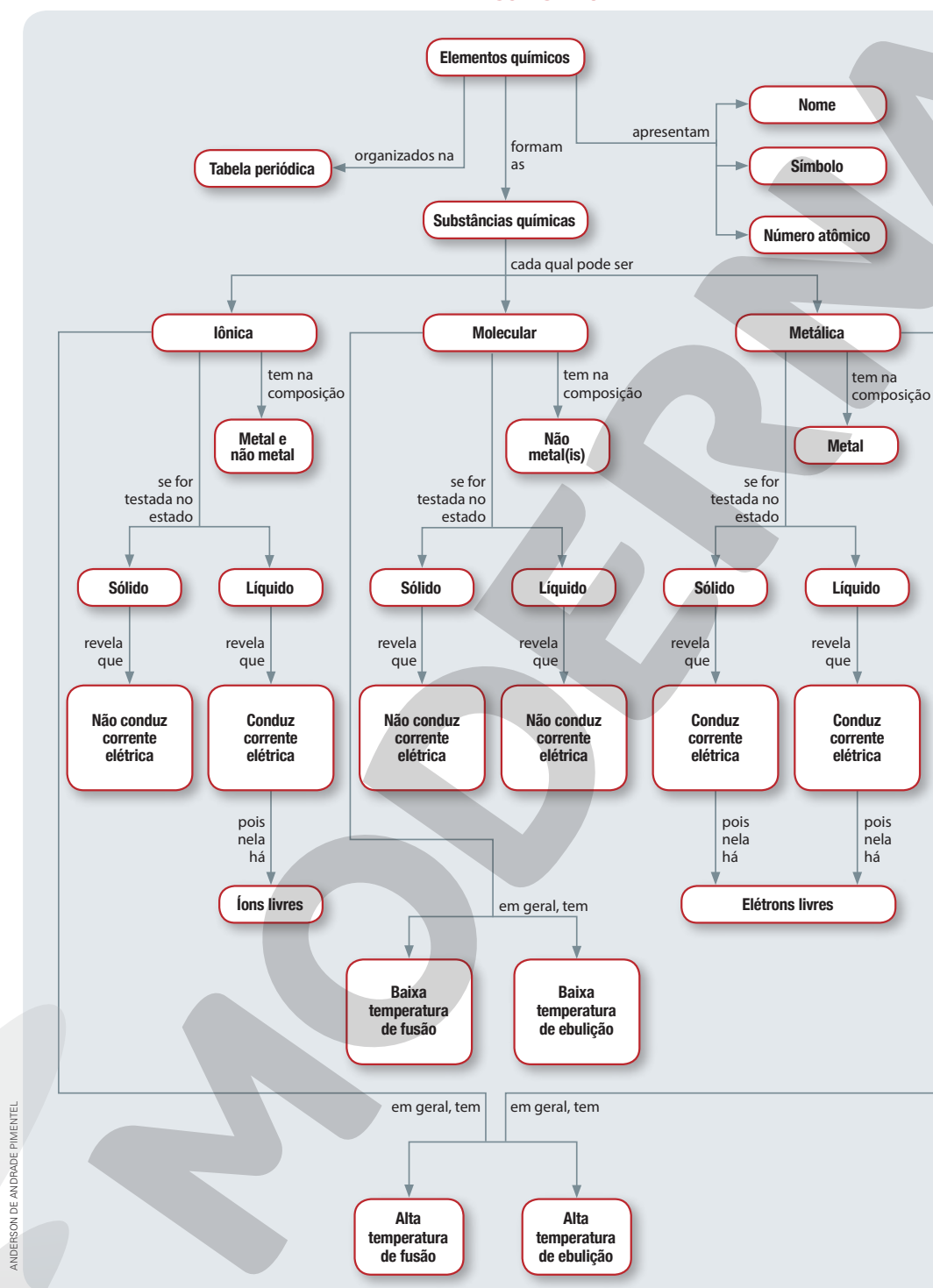
ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Respostas do Use o que aprendeu

- Os gases nobres existentes na natureza: hélio (He), neônio (Ne), argônio (Ar), criptônio (Kr), xenônio (Xe) e radônio (Rn). (O oganessônio, $Z = 118$, é artificial; não existe na natureza e, por isso, não foi incluído na resposta.)
- Os gases nobres.
- a) A última camada (camada mais externa).
b) Camada de valência.
- Um átomo tem eletrosfera estável quando sua última camada possuir 8 elétrons (ou 2, caso se trate da camada K). Para saber se a eletrosfera está estável, devemos consultar a distribuição eletrônica do átomo e verificar se o número de elétrons na última camada está de acordo com a regra do octeto.
- No NaCl, há ligação iônica, no $C_{12}H_{22}O_{11}$, há ligação covalente, e, na Ag, ligação metálica.
- a) Substância composta, pois é constituída de dois elementos químicos distintos, o cálcio e o oxigênio.
b) O cálcio está no grupo 2 e o oxigênio, no 16.
c) Ligação iônica.
d) Um átomo neutro de cálcio tem 20 elétrons. Ele mais se aproxima do argônio, que tem 18 elétrons. Assim, o cálcio tende a perder 2 elétrons, transformando-se no íon Ca^{2+} . Um átomo neutro de oxigênio tem 8 elétrons e mais se aproxima do neônio, que tem 10 elétrons. O oxigênio pode estabilizar-se recebendo 2 elétrons e transformando-se no íon O^{2-} . A cal viva é uma substância iônica, em que há íons Ca^{2+} e O^{2-} .

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

- K^+ (1 elétron é perdido para ficar com eletrosfera similar à do Ar).
- Br^- (1 elétron é ganho para ficar com eletrosfera similar à do Kr).
- Ca^{2+} (2 elétrons são perdidos para ficar com eletrosfera similar à do Ar).
- Cl^- (1 elétron é ganho para ficar com eletrosfera similar à do Ar).
- Na^+ (1 elétron é perdido para ficar com eletrosfera similar à do Ne).
- S^{2-} (2 elétrons são ganhos para ficar com eletrosfera similar à do Ar).
- Mg^{2+} (2 elétrons são perdidos para ficar com eletrosfera similar à do Ne).
- O^{2-} (2 elétrons são ganhos para ficar com eletrosfera similar à do Ne).



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

- Existem seis substâncias na natureza formadas por átomos não ligados a outros. Quais são essas substâncias?
- As eletrosferas de alguns elementos químicos são consideradas modelos de estabilidade. Que elementos são esses?
- As ligações químicas interatômicas são as uniões que mantêm os átomos coesos formando as substâncias.
 - O estabelecimento dessas ligações envolve que parte da eletrosfera?
 - Como essa parte é denominada?
- A regra do octeto é empregada pelos químicos para prever se um átomo tem a eletrosfera estável ou não. O que diz essa regra e como ela possibilita fazer a previsão?
- O sal de cozinha (NaCl) é uma substância iônica, o açúcar de cana ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) é uma substância molecular e a prata (Ag) é uma substância metálica. Que tipo de ligação química existe em cada uma delas?
- A cal viva é um material muito usado por pedreiros, pintores e agricultores. Ela pode ser representada pela fórmula CaO .
 - Essa substância é simples ou composta? Justifique.
 - Em que grupos da tabela periódica estão os elementos que a compõem?
 - Que tipo de ligação química existe na cal viva?
 - Justifique sua resposta à pergunta anterior, comparando os elementos que formam a cal viva com os gases nobres dos quais eles mais se aproximam em número de elétrons.
- Consulte, na tabela periódica, os números atômicos dos seguintes elementos e localize o gás nobre mais próximo de cada um. Com base nessas informações, responda: qual é a carga que seus átomos terão ao se transformarem em íons e estabelecerem **ligação iônica**?

a) K	c) Ca	e) Na	g) Mg
b) Br	d) Cl	f) S	h) O

- Consulte os dados necessários no item 6 do capítulo 3 e, a seguir, escreva a distribuição eletrônica nas camadas para os elementos:

a) K	c) Ca	e) Na	g) Mg
b) Br	d) Cl	f) S	h) O
- Fundamentado nas respostas da questão anterior, elabore a distribuição eletrônica nas camadas dos íons estáveis formados pelos seguintes elementos:

a) K	c) Ca	e) Na	g) Mg
b) Br	d) Cl	f) S	h) O
- Os pares de elementos representados abaixo por seus símbolos unem-se por **ligação iônica**. Usando suas respostas às questões 7 e 9, preveja, em cada caso, a fórmula do composto formado.

a) K e Br	c) Na e S
b) Ca e Cl	d) Mg e O
- Faça a previsão da fórmula do composto no qual há íons:

a) Li^+ e F^-	d) Sr^{2+} e O^{2-}
b) Ba^{2+} e Cl^-	e) Cs^+ e Cl^-
c) Al^{3+} e S^{2-}	f) K^+ e O^{2-}
- Preveja a fórmula de um composto iônico formado por um metal A, do grupo 1 da tabela periódica, e um não metal B, do grupo 16. (Em enunciados como este, as letras são símbolos de elementos hipotéticos.)
- Um metal alcalinoterroso X combina-se com um halogênio Y. Deduza a fórmula do composto formado e indique o tipo de ligação química nele existente.
- Considere o composto iônico de fórmula QR, no qual os cátions de Q e os ânions de R obedecem à regra do octeto. Responda e justifique.
 - Q pode ser alcalino e R halogênio?
 - Q pode ser alcalino e R calcogênio?
 - Q pode ser alcalinoterroso e R halogênio?
 - Q pode ser alcalinoterroso e R calcogênio?
 - Q pode ser do grupo 13 e R do grupo 17?

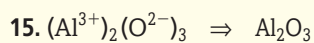
- ${}_{19}\text{K}^+$:
K – 2, L – 8, M – 8.
 - ${}_{35}\text{Br}^-$:
K – 2, L – 8, M – 18, N – 8.
 - ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$:
K – 2, L – 8, M – 8.
 - ${}_{17}\text{Cl}^-$:
K – 2, L – 8, M – 8.
 - ${}_{11}\text{Na}^+$:
K – 2, L – 8.
 - ${}_{16}\text{S}^{2-}$:
K – 2, L – 8, M – 8.
 - ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$:
K – 2, L – 8.
 - ${}_{8}\text{O}^{2-}$:
K – 2, L – 8.
- KBr
 - CaCl_2
 - Na_2S
 - MgO
- LiF
 - BaCl_2
 - Al_2S_3
 - SrO
 - CsCl
 - K_2O
- O metal A (grupo 1) forma cátion A^+ .
 - O não metal B (grupo 16) forma ânion B^{2-} .

Assim:
 $(\text{A}^+)_2(\text{B}^{2-})_1 \Rightarrow \text{A}_2\text{B}$
- O metal X (grupo 2) forma cátion X^{2+} .
 - O halogênio Y (grupo 17) forma ânion Y^- .

Assim:
 $(\text{X}^{2+})_1(\text{Y}^-)_2 \Rightarrow \text{XY}_2$
A ligação entre X e Y é iônica.
- A fórmula QR só é possível se o cátion e o ânion apresentarem cargas elétricas iguais (em módulo).
 - Sim, porque Q^+ e R^- constituem QR.
 - Não, porque Q^+ e R^{2-} constituiriam Q_2R .
 - Não, porque Q^{2+} e R^- constituiriam QR_2 .
 - Sim, porque Q^{2+} e R^{2-} constituem QR.
 - Não, porque Q^{3+} e R^- constituiriam QR_3 .

- ${}_{19}\text{K}$: K – 2, L – 8, M – 8, N – 1.
 - ${}_{35}\text{Br}$: K – 2, L – 8, M – 18, N – 7.
 - ${}_{20}\text{Ca}$: K – 2, L – 8, M – 8, N – 2.
 - ${}_{17}\text{Cl}$: K – 2, L – 8, M – 7.

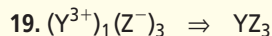
- ${}_{11}\text{Na}$: K – 2, L – 8, M – 1.
 - ${}_{16}\text{S}$: K – 2, L – 8, M – 6.
 - ${}_{12}\text{Mg}$: K – 2, L – 8, M – 2.
 - ${}_{8}\text{O}$: K – 2, L – 6.



16. O cálcio (grupo 2) tem 2 elétrons de valência. Perdendo os 2 elétrons, passa a ter octeto completo. O flúor (grupo 17) tem 7 elétrons de valência. Ao receber mais 1 elétron, fica com o octeto completo. Os íons Ca^{2+} e F^- têm o octeto completo.

17. a) 1; b) 1; c) 2; d) 1; e) 1; f) 2; g) 2; h) 2.

18. a) Al^{3+} é trivalente; O^{2-} é bivalente.
b) Ca^{2+} é bivalente; F^- é monovalente.



20. Prótons, nêutrons e elétrons, **nessa ordem**:

- a) 9, 10 e 10.
b) 16, 16 e 18.
c) 15, 17 e 18.

21. Prótons, nêutrons e elétrons, **nessa ordem**:

- a) 19, 20 e 18.
b) 12, 12 e 10.
c) 13, 14 e 10.

22. a) 1 (F, Z = 9; Ne, Z = 10)
b) 1 (Cl, Z = 17; Ar, Z = 18)
c) 1 (Br, Z = 35; Kr, Z = 36)
d) 2 (O, Z = 8; Ne, Z = 10)
e) 2 (S, Z = 16; Ar, Z = 18)
f) 3 (N, Z = 7; Ne, Z = 10)
g) 3 (P, Z = 15; Ar, Z = 18)
h) 4 (C, Z = 6; Ne, Z = 10)
i) 1 (H, Z = 1; He, Z = 2)
j) zero (Ar é gás nobre)
k) 3 (As, Z = 33; Kr, Z = 36)
l) zero (He é gás nobre)

23. a) K - 2, L - 7.
b) K - 2, L - 8, M - 7.
c) K - 2, L - 8, M - 18, N - 7.
d) K - 2, L - 6.
e) K - 2, L - 8, M - 6.
f) K - 2, L - 5.
g) K - 2, L - 8, M - 5.
h) K - 2, L - 4.
i) K - 1.
j) K - 2, L - 8, M - 8.
k) K - 2, L - 8, M - 18, N - 5.
l) K - 2.

24. O número de ligações, nesses casos, é igual ao número de elétrons que faltam para completar o octeto e coincidem, em todos os casos, com as respostas da questão 22.

15. O principal constituinte do rubi e da safira é uma substância incolor denominada **óxido de alumínio**, composta dos elementos alumínio e oxigênio. (A cor vermelha do rubi e a cor azul da safira se devem a pequenas quantidades de outras substâncias.)

Utilize a regra do octeto para deduzir a fórmula do óxido de alumínio.

POTAPOVA/ALEXANDER/SHUTTERSTOCK



Rubi lapidado. (Comprimento: 6 mm.)

16. O elemento químico flúor é extraído de um mineral denominado fluorita, que consiste principalmente de **fluoreto de cálcio**, cuja fórmula é CaF_2 .

Consultando a tabela periódica, determine se as eletrosferas do cálcio e do flúor estão com o octeto completo nessa substância.

CAGLA AKICGOZ/SHUTTERSTOCK



Amostra do mineral fluorita.

17. Denomina-se **valência de um íon** o valor de sua carga, desconsiderando o sinal. Assim, por exemplo, a valência do Na^+ é 1 e a do O^{2-} é 2. Sabendo disso, determine a valência dos íons da questão 9.

18. Considere as seguintes definições:

- íon **monovalente** é o que tem valência 1;
- íon **bivalente** é o que tem valência 2;
- íon **trivalente** é o que tem valência 3.

Fundamentado nelas, classifique os íons constituintes da substância:

- a) óxido de alumínio (da questão 15);
b) fluoreto de cálcio (da questão 16).

19. Preveja a fórmula de um composto iônico constituído de ânions monovalentes de um elemento Z e cátions trivalentes de um elemento Y.

20. Analise o esquema referente à formação de um ânion a partir do átomo neutro:



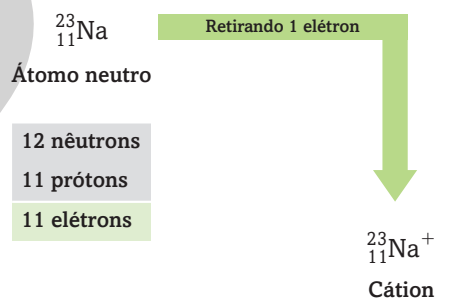
O núcleo *não* se altera. Portanto A e Z também *não*.

A alteração ocorre na eletrosfera.

Inspirado nele, determine quantos prótons, nêutrons e elétrons existem num ânion:

- a) $^{19}_9\text{F}^-$ c) $^{32}_{15}\text{P}^{3-}$
b) $^{32}_{16}\text{S}^{2-}$

21. Analise o esquema referente à formação de um cátion a partir do átomo neutro:

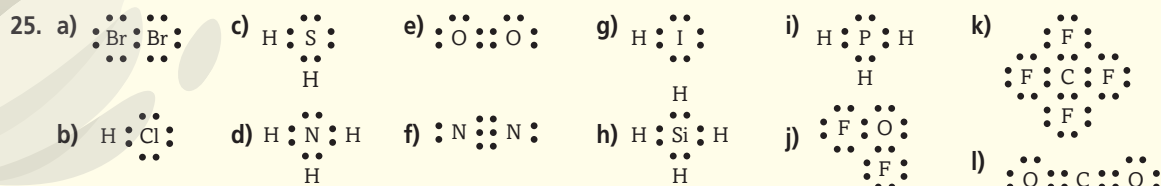


O núcleo *não* se altera. Portanto A e Z também *não*.

A alteração ocorre na eletrosfera.

Inspirado nele, determine quantos prótons, nêutrons e elétrons existem num cátion:

- a) $^{39}_{19}\text{K}^+$ c) $^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$
b) $^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$



22. Consulte, na tabela periódica, os números atômicos dos seguintes elementos e localize o gás nobre mais próximo de cada um. Com base nessas informações, responda: quantas **ligações covalentes** cada um deles deve estabelecer?

- | | | | |
|-------|------|------|-------|
| a) F | d) O | g) P | j) Ar |
| b) Cl | e) S | h) C | k) As |
| c) Br | f) N | i) H | l) He |

23. Consulte os dados necessários no item 6 do capítulo 3 e, a seguir, escreva a distribuição eletrônica nas camadas para os elementos:

- | | | | |
|-------|------|------|-------|
| a) F | d) O | g) P | j) Ar |
| b) Cl | e) S | h) C | k) As |
| c) Br | f) N | i) H | l) He |

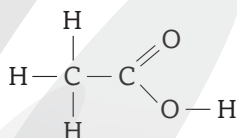
24. Analise o número de elétrons na **camada de valência** de cada um dos elementos da questão anterior e preveja quantas ligações covalentes cada um deles deve estabelecer. Sua previsão está de acordo com a resposta que você deu à questão 22?

25. Represente a fórmula eletrônica (também denominada fórmula de Lewis) de cada uma das substâncias cuja fórmula molecular aparece a seguir. Lembre-se de que a **tabela periódica é um instrumento de consulta**.

- | | |
|---------------------|---------------------|
| a) Br ₂ | g) HI |
| b) HCl | h) SiH ₄ |
| c) H ₂ S | i) PH ₃ |
| d) NH ₃ | j) OF ₂ |
| e) O ₂ | k) CF ₄ |
| f) N ₂ | l) CO ₂ |

26. Represente a fórmula estrutural das substâncias da questão anterior.

27. A seguir, é mostrada a fórmula estrutural do ácido acético, substância que dá odor e sabor ao vinagre.



- a) O que significa cada traço presente nessa fórmula estrutural?
b) Qual é a fórmula molecular do ácido acético?

28. A água oxigenada, usada para desinfetar esfolados, é uma solução aquosa de **peróxido de hidrogênio**, substância cuja fórmula eletrônica é a seguinte:



a) Verifique se a eletrosfera dos átomos está estável.

b) Elabore a fórmula estrutural do composto.

29. A hidrazina, combustível de foguetes, tem fórmula molecular N₂H₄. Elabore sua fórmula eletrônica e sua fórmula estrutural.

30. O número atômico do hidrogênio é 1 e o do oxigênio é 8. Isso significa que um átomo neutro de H tem 1 elétron e um átomo neutro de O tem 8 elétrons. Portanto, a molécula de água tem 10 elétrons; 1 de cada H e 8 do O. Então, por que na fórmula eletrônica da água (veja a seguir) são representados somente 8 elétrons, e não 10?



31. De acordo com a regra do octeto, quantos átomos devem existir, ao todo, na molécula formada pela combinação de:

- a) um calcogênio e um halogênio?
b) fósforo e um halogênio?

32. Para um elemento presente em uma molécula, denomina-se **valência** o número de ligações covalentes que ele faz. Qual é a valência dos elementos em cada substância listada na questão 25?

33. Considerando a valência de cada elemento, elabore a fórmula estrutural das seguintes substâncias:

- | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| a) CH ₄ | d) C ₂ H ₂ | g) CH ₂ O |
| b) C ₂ H ₆ | e) C ₃ H ₈ | h) CS ₂ |
| c) C ₂ H ₄ | f) CCl ₄ | i) N ₂ H ₂ |

34. Consultando a tabela periódica, determine quantos prótons e elétrons há nas moléculas:

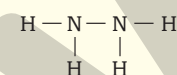
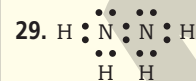
- | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| a) H ₂ | d) HCl | g) HCN |
| b) O ₂ | e) CH ₄ | h) CO ₂ |
| c) N ₂ | f) NH ₃ | i) SF ₂ |

27. a) Cada traço simboliza uma ligação covalente.

b) C₂H₄O₂

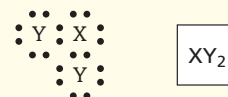
28. a) Sim; O com 8 elétrons na camada de valência e H com 2.

b) H—O—O—H

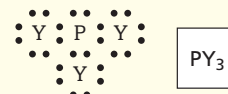


30. Em uma fórmula eletrônica, são representados **apenas** os elétrons da camada de valência; no caso, 1 de cada H e 6 do O. Assim, há 2 elétrons da primeira camada do O não incluídos na fórmula.

31. a) Três átomos: um do calcogênio (X) e dois do halogênio (Y).



b) Quatro átomos: um de fósforo (P) e três do halogênio (Y).



32. a) Br: 1

b) H: 1, Cl: 1

c) H: 1, S: 2

d) H: 1, N: 3

e) O: 2

f) N: 3

g) H: 1, I: 1

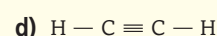
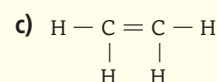
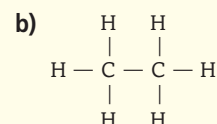
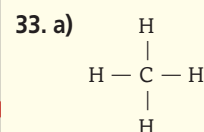
h) H: 1, Si: 4

i) H: 1, P: 3

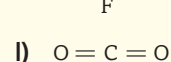
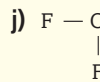
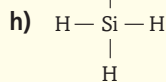
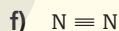
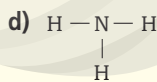
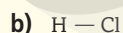
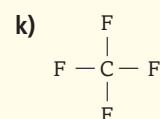
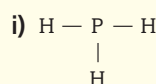
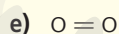
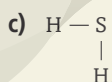
j) F: 1, O: 2

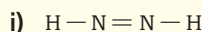
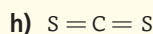
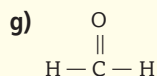
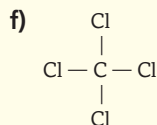
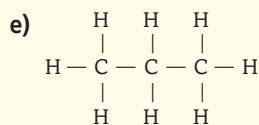
k) F: 1, C: 4

l) O: 2, C: 4



Continua na próxima página.





34. Consultamos o número de prótons de cada átomo na tabela periódica. Por serem moléculas e não íons, o número de elétrons de cada átomo é igual ao de prótons (neutralidade elétrica). A seguir, somamos a contribuição de cada átomo presente na molécula.

- a) $1 + 1 = 2$
- b) $8 + 8 = 16$
- c) $7 + 7 = 14$
- d) $1 + 17 = 18$
- e) $6 + 1 + 1 + 1 + 1 = 10$
- f) $7 + 1 + 1 + 1 = 10$
- g) $1 + 6 + 7 = 14$
- h) $6 + 8 + 8 = 22$
- i) $16 + 9 + 9 = 34$

35. Brilho metálico característico, alta condutividade elétrica e térmica, temperaturas de fusão e ebulição (em geral) altas, maleabilidade e ductibilidade.

36. Condutores elétricos (em geral, o cobre) são empregados na fiação elétrica. Isolantes elétricos são usados no revestimento dessa fiação, a fim de evitar curto-circuitos e choques elétricos.

37. Mistura de dois ou mais elementos, na qual a totalidade ou a maior parte é de elementos metálicos.

38. Ouro e cobre. (Eventualmente, outros metais podem estar presentes.)

39. É uma liga de cobre e estanho, usada para fazer sinos, estátuas, medalhas e monumentos.

40. Cobre e zinco. Serve para fabricar torneiras, porcas, parafusos e instrumentos musicais.

41. Ferro (em maior quantidade) e carbono.

35. Apresente cinco propriedades que, consideradas em conjunto, possibilitam diferenciar uma substância metálica das substâncias iônicas e moleculares.

36. Comente o papel desempenhado por materiais condutores e materiais isolantes nos fios elétricos usados em circuitos residenciais.

37. Que tipo de material é designado pela expressão **liga metálica**?

38. De que é feito o ouro 18 quilates, empregado na confecção de joias?

39. Qual é a constituição química do bronze? Para que se utiliza esse material?

40. Que elementos químicos fazem parte do latão? Quais são as utilidades dessa liga?

41. Quais são os dois elementos químicos presentes no aço? Qual deles comparece em maior quantidade?

42. Pesquise o que significa a palavra "inox" utilizada na expressão **aço inox**. Elabore uma lista de objetos feitos desse material que existam em sua casa. Por que esses objetos não são feitos de aço comum?

43. Comparando-se três substâncias moleculares, uma delas sólida, outra líquida e outra gasosa, todas na mesma temperatura, qual(is) delas apresenta(m):

- a) forma constante?
- b) forma variável?
- c) volume constante?
- d) volume variável?

44. Consulte a tabela periódica, se necessário, e classifique as substâncias representadas a seguir em **iônicas**, **moleculares** ou **metálicas**. Além de realizar a classificação, explique o critério utilizado por você para fazer essa classificação.

- a) Na_2O
- b) Fe
- c) Zn
- d) CO_2
- e) CH_4
- f) KCl
- g) SCl_2
- h) CaF_2

45. Ouro (Au) e iodo (I_2) são substâncias sólidas nas condições ambientes.

Comparando o tipo de ligação química existente em cada uma, é possível prever qual apresenta maior temperatura de fusão. Diga qual é e explique como chegou a essa conclusão.

46. Comparando as substâncias de fórmulas HBr e KBr, é possível prever qual apresenta maior temperatura de fusão. Diga qual é e explique como chegou a essa conclusão.

47. As perguntas dos itens **a** até **d** referem-se às seguintes substâncias:

- Cobre (Cu)
- Brometo de cálcio (CaBr_2)
- Amônia (NH_3)
- Cloreto de hidrogênio (HCl)
- Ouro (Au)
- Óxido de magnésio (MgO)

a) Qual(is) delas é (são) certamente sólida(s) nas condições ambientes?

b) Sabe-se que **duas** dessas substâncias são gasosas nas condições ambientes. Quais são elas? Como você chegou a essa conclusão?

c) Qual(is) delas conduz(em) corrente elétrica no estado sólido?

d) Qual(is) delas não conduz(em) corrente elétrica no estado sólido, mas conduz(em) quando no estado líquido?

48. Analise atentamente os dados apresentados na seguinte tabela:

Substância	Temperatura de fusão ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura de ebulição ($^{\circ}\text{C}$)
Magnésio (Mg)	650	1.100
Cloro (Cl_2)	-101	-34
Cloreto de magnésio (MgCl_2)	708	1.412

a) Qual é o estado físico dessas substâncias a 25°C ?

b) Relacione os dados da tabela com o tipo de ligação química existente nas substâncias.

42. "Inox" é uma forma reduzida de "inoxidável", ou seja, aquilo que não se oxida. A oxidação do ferro acarreta a formação de ferrugem. Assim, aço inox é aquele que não enferruja.

A elaboração da lista é resposta pessoal.

Objetos são feitos de inox quando têm aplicações que os tornariam sujeitos à ferrugem (por exemplo, ferramentas, utensílios de cozinha, pias, fogões etc.).

43. a) A substância sólida. b) A líquida e a gasosa. c) A sólida e a líquida. d) A substância gasosa.



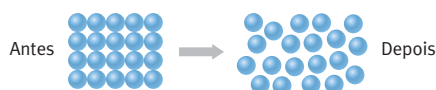
ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

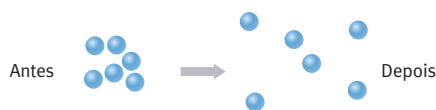
ANÁLISE DE MODELOS

1. A ilustração a seguir representa uma mudança de estado físico sofrida por uma substância molecular. Ele é um modelo mais apropriado para representar qual mudança de fase? Por quê?



Representação esquemática de substância molecular sofrendo mudança de estado físico. (Moléculas representadas por esferas, em cor fantasiosa.)

2. A seguir, é mostrado outro esquema de mudança de estado físico sofrida por substância molecular. Trata-se de um modelo que representa mais corretamente qual mudança de fase? Justifique.

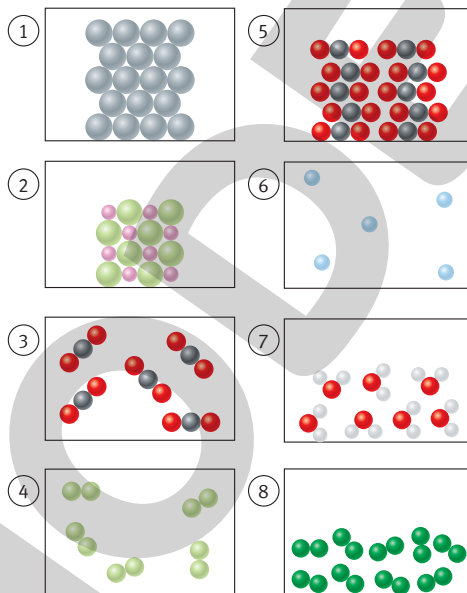


Representação esquemática de substância molecular sofrendo mudança de estado físico. (Moléculas representadas por esferas, em cor fantasiosa.)

3. Analise os modelos numerados ao lado e, no caderno, associe cada um a uma substância da lista.

- a) Zinco (Zn) sólido.
- b) Cloreto de sódio (NaCl) sólido.
- c) Água (H₂O) líquida.
- d) Dióxido de carbono (CO₂) gasoso, também denominado gás carbônico.
- e) Dióxido de carbono (CO₂) sólido, também chamado de gelo-seco.
- f) Hélio (He) gasoso.
- g) Cloro (Cl₂) gasoso.
- h) Bromo (Br₂) líquido.

Nos modelos 1 a 8, ao lado, os átomos e os íons estão representados por esferas em cores fantasiosas e ampliados dezenas de milhões de vezes.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Seu aprendizado não termina aqui

Na Antiguidade, o domínio de técnicas para obter e trabalhar metais significou riqueza e poder. Primeiro, a humanidade descobriu meios para produzir e utilizar o bronze. Depois, dominou a obtenção e o uso do ferro. Tanto o bronze quanto o ferro (sob a forma de aço, liga de ferro e carbono)

foram de grande importância, por exemplo, para fazer armaduras, escudos, ferramentas, espadas e lanças.

Pesquise mais sobre a história da obtenção dos metais entre povos antigos e sua importância econômica e militar.

46. O HBr é substância molecular e o KBr é substância iônica. A temperatura de fusão do KBr deve ser maior. (De fato, a do HBr é -87°C e a do KBr é 734°C .)

47. a) Ouro, cobre, brometo de cálcio e óxido de magnésio, ou seja, as substâncias metálicas e as iônicas.

b) Por exclusão, devem ser as substâncias moleculares da lista, ou seja, amônia e cloreto de hidrogênio.

c) As substâncias metálicas: cobre e ouro.

d) As substâncias iônicas: brometo de cálcio e óxido de magnésio.

48. a) Cloro: gasoso. Magnésio e cloreto de magnésio: sólidos.

b) O magnésio é substância metálica e o cloreto de magnésio é substância iônica. Esses dois tipos de substâncias apresentam, em geral, altas temperaturas de fusão e de ebulição. Já o cloro é substância molecular; esse tipo, em geral, apresenta baixas temperaturas de fusão e de ebulição.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. O modelo da situação inicial representa um sólido e o da situação final, um líquido. Assim, o modelo, como um todo, representa a **fusão** de uma substância molecular.

2. No modelo, está representada a passagem de líquido a gasoso, ou seja, uma **vaporização**.

- a) 1
- b) 2
- c) 7
- d) 3
- e) 5
- f) 6
- g) 4
- h) 8

44. O critério é: (1) metal e não metal: substância iônica; (2) somente não metal(is): substância molecular; (3) somente metal: substância metálica. Portanto:

a) iônica b) metálica c) metálica d) molecular e) molecular f) iônica g) molecular h) iônica

45. O ouro é substância metálica. O iodo é substância molecular. A temperatura de fusão das substâncias metálicas é, de modo geral, maior que a das moleculares. Portanto, espera-se que a temperatura de fusão do ouro seja maior. (De fato, a temperatura de fusão do ouro é 1.064°C e a do iodo é 114°C .)

Principais conteúdos conceituais

- Som e ondas sonoras
- Intensidade sonora
- Efeitos da intensidade sonora sobre o ser humano
- Frequência de um som e sua altura (grave/agudo)
- Frequência dos sons
- Princípios básicos de funcionamento dos instrumentos musicais de corda, de sopro e de percussão
- Velocidade do som em diferentes materiais
- Reflexão e absorção do som
- Eco
- Infrassom
- Ultrassom e suas aplicações

Este capítulo caracteriza o som como uma manifestação que se propaga pelo ar (e também por outros materiais) por meio de ondas que não podem ser vistas, mas cujos efeitos podem ser detectados, por exemplo, pela nossa audição.

Estimule os estudantes a responderem à pergunta dessa página e perceba, por meio das respostas, as concepções prévias que eles têm acerca do som e das ondas sonoras. Retome essas respostas, em sala, após o item 3 do capítulo, convidando os alunos a reavaliarem suas respostas.

CAPÍTULO

5

ACÚSTICA

DIOGOPR/SHUTTERSTOCK

Qual a explicação científica para cada corda do violino emitir um som diferente?

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- ▶ Investigar a influência do comprimento de um fio e da tensão exercida sobre ele no som produzido pelo fio em vibração.

Você vai precisar de:

- fio de náilon (linha de pescaria)
- 2 baldes com alça
- mesa
- 2 tijolos
- pedras

Procedimento

1. Posicione os dois tijolos sobre a mesa, como na figura A. Amarre o fio de náilon nas alças dos dois baldes de tal modo que, passando o fio sobre os tijolos, os baldes fiquem pendurados, conforme a figura A.
2. Coloque algumas pedras nos baldes, até que o fio fique bem esticado. **Fique atento, caso o fio se rompa, para que o balde não caia no seu pé!**
3. Dedilhe o fio que está **entre** os tijolos, como se fosse uma corda de violão. Ouça com atenção o som que ele produz. Veja a figura B.
4. Reduza a distância entre os tijolos em cerca de um palmo. Dedilhe o fio novamente e ouça o som.
5. Compare o som produzido nos itens 3 e 4 deste procedimento (repita-os quantas vezes julgar necessário). O que muda no som quando aproximamos os tijolos?
6. Agora vamos a outra etapa do experimento, em que a distância entre os tijolos permanecerá **fixa**. Dedilhe o fio e ouça com atenção o som.
7. Coloque mais pedras nos baldes, de modo que force o fio a ficar ainda mais esticado (não mexa na distância entre os tijolos). Dedilhe o fio e ouça o som.
8. Compare o som produzido nos itens 6 e 7 deste procedimento (repita-os quantas vezes julgar necessário). O que muda no som quando aumentamos o peso dos baldes?
9. Procure explicar suas observações.

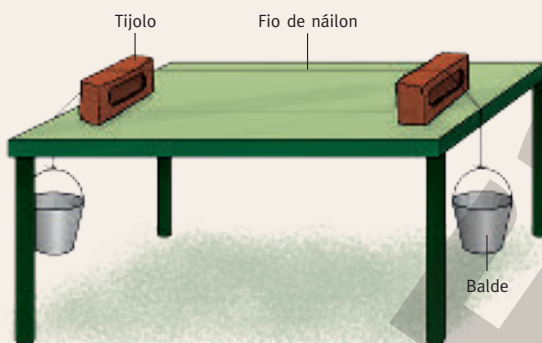


Figura A



Figura B

ILUSTRAÇÕES: JOSE LUIS JUIAS

Conteúdos procedimentais sugeridos

- Manipular materiais simples para investigar experimentalmente o princípio de funcionamento dos instrumentos musicais de corda e de sopro.
- Verificar, nessas investigações, o efeito dos principais fatores que interferem na altura (grave/agudo) do som produzido por cordas vibrantes (tensão e comprimento) e tubos sonoros (comprimento).
- Demonstrar que os sons parecem distorcidos quando chegam até nós se propagando por outros materiais diferentes do ar.

Esses conteúdos podem ser trabalhados com os dois experimentos que abrem o capítulo e com o experimento que antecede o item 5.

Motivação

Se você julgar conveniente, pode substituir o experimento dessa página pela investigação da variação do som da corda vibrante de um violão à medida que se traciona o dedo sobre essa corda em diferentes pontos do braço do instrumento.

Outra opção é realizar essa investigação sobre o som das cordas do violão após a realização desse primeiro experimento do capítulo.



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- ▶ Investigar o efeito do comprimento de uma coluna de ar em vibração sobre o som que ela produz.

Você vai precisar de:

- 5 tubos de ensaio iguais e limpos
- estante para os tubos de ensaio
- água

Procedimento

1. Coloque os tubos de ensaio na estante.
2. Coloque quantidades diferentes de água em quatro deles, de modo que o espaço vazio seja diferente em cada um deles. Veja a figura A.
3. Aproxime a sua boca da boca do tubo que não tem água. Assopre sobre ela, como mostra a figura B. Ouça o som produzido. Talvez seja necessário assoprar várias vezes, mudando um pouco a posição dos lábios e a força do assopro até conseguir um som bem audível.
4. Repita o item 3 deste procedimento com cada um dos tubos e preste atenção aos sons emitidos. Eles são todos iguais ou apresentam alguma diferença? No caso de não serem iguais, qual é a diferença e por que isso ocorre?

ATENÇÃO!

Tubos de ensaio são feitos de vidro fino. Cuidado para não quebrá-los e para não se cortar.

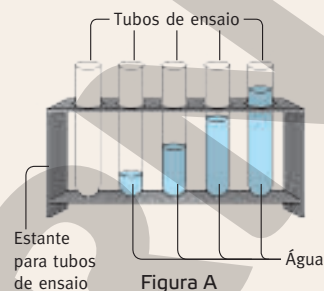


Figura B

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Som e ondas sonoras

No item 1 do capítulo 3, apresentamos o conceito de **onda**. Reveja-o, antes de continuar a leitura, se considerar necessário.

Da mesma maneira como um movimento de vibração do braço de uma pessoa pode transferir energia para uma corda esticada e nela produzir ondas, um objeto em vibração pode transferir energia para o ar e nele produzir ondas. Como o ar é invisível, as ondas que se propagam no ar também não podem ser vistas. Apesar disso, os efeitos dessas ondas podem ser percebidos, desde que se tenha um detector apropriado.

As **fontes de som** — por exemplo, um rádio ligado, um sino badalando, uma pessoa cantando ou um piano sendo tocado — produzem ondas que se propagam no ar. Essas ondas invisíveis são denominadas **ondas sonoras**. Estudá-las é o objetivo da área da Física chamada **Acústica**.

Observe o esquema na página seguinte. Ele mostra duas maneiras de produzir ondas em uma longa mola esticada. Na primeira, é produzida uma **onda transversal** e, na outra, uma **onda longitudinal**.



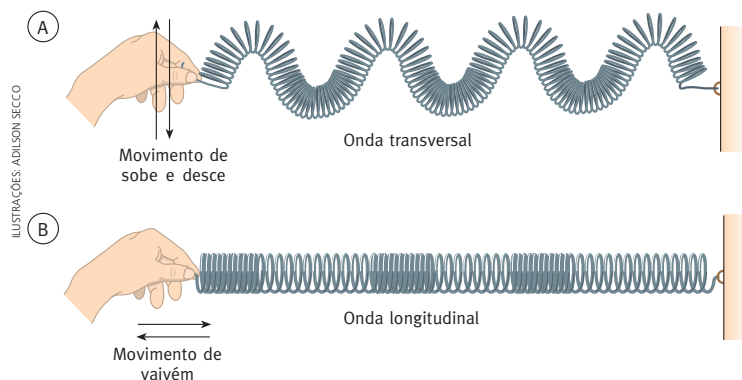
As ondas sonoras são invisíveis.

Conteúdos atitudinais sugeridos

- Preocupar-se com os efeitos prejudiciais de ruídos muito intensos.
- Sensibilizar-se com os efeitos nocivos da poluição sonora e da prática de ouvir sistematicamente música “a todo volume”.
- Valorizar o silêncio para o repouso.
- Perceber a presença de conceitos científicos nas atividades artísticas da música e do canto.

As três primeiras atitudes mencionadas podem ser trabalhadas a partir do esquema do subitem *Escala para expressar intensidade sonora*, que faz parte do item 2 (veja-o na página seguinte).

A percepção da presença de conceitos científicos nas atividades artísticas da música e do canto pode ser desenvolvida a partir do que aparece em *Sugestão de atividade*, mais à frente.

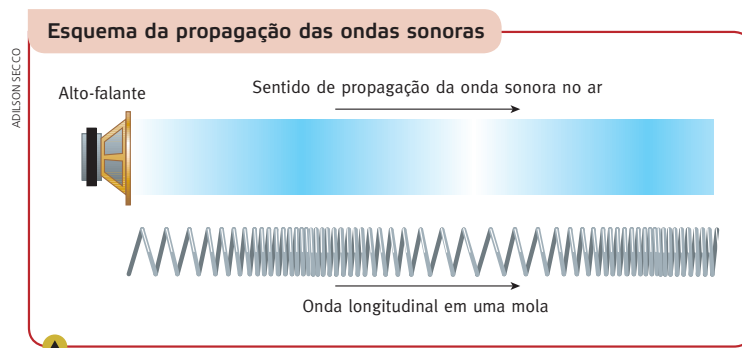


Em uma mola podem propagar-se ondas transversais ou longitudinais, como mostram os esquemas ao lado.

Fonte: J. D. Cutnell e K. W. Johnson. *Physics*. 9. ed. Hoboken: John Wiley, 2012. p. 468.

As ondas que se propagam numa corda são transversais. Já as **ondas sonoras são longitudinais**.

Todas as fontes sonoras são objetos em vibração. Essa vibração faz com o ar o mesmo que a mão faz com a mola no esquema B acima: produz ondas longitudinais, as ondas sonoras.



Fonte: J. D. Cutnell e K. W. Johnson. *Physics*. 9. ed. Hoboken: John Wiley, 2012. p. 474.

Comparação entre uma onda sonora e uma onda longitudinal numa mola. Um alto-falante em funcionamento vibra e produz ondas longitudinais no ar. São as ondas sonoras. Apesar de o ar ser invisível, apenas para fins didáticos ele aparece ilustrado em azul.

2 Propriedades do som

Intensidade de um som

Ouvir uma buzina de automóvel de perto ou de longe causa diferentes sensações. A diferença está no **nível de intensidade sonora**.

Quando estamos perto da buzina, o som que ouvimos tem maior intensidade do que quando estamos longe. Podemos dizer que o som proveniente da buzina é **mais intenso** quando ouvido de perto e **menos intenso** quando ouvido de longe.

Ao mexer no botão de **controle de volume** de um aparelho de som, alteramos o nível de intensidade do som que sai pelos alto-falantes. Aumentar o volume é tornar o som mais intenso e abaixar o volume é fazer com que o som fique menos intenso.



Quanto mais perto de uma fonte sonora, mais intenso é o som que ouvimos.

Atente!

O plural da palavra **decibel** é objeto de controvérsia. Segundo as regras da nossa gramática, é **decibéis**, forma bastante usada no dia a dia e na linguagem jornalística.

No entanto, o Comitê Internacional de Pesos e Medidas incluiu o decibel na lista das unidades aceitas para o uso com o SI, Sistema Internacional de Unidades (cf. HAYNES, W. M. (ed.). *CRC handbook of Chemistry and Physics*. 92. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 1–25).

Nesse caso, ao seguir as regras para elaboração do plural das unidades do Sistema Internacional, grafamos **decibels** (você pode conhecer essas regras, por exemplo, em BRASIL, N. I. *Sistema Internacional de Unidades*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002. p. 83-85).

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

ondas sonoras Ondas (longitudinais) que se propagam no ar e podem ser detectadas pela audição humana. (Após trabalhar o item 7 deste capítulo, pode-se acrescentar que são ondas com frequência entre 20 Hz e 20.000 Hz.)

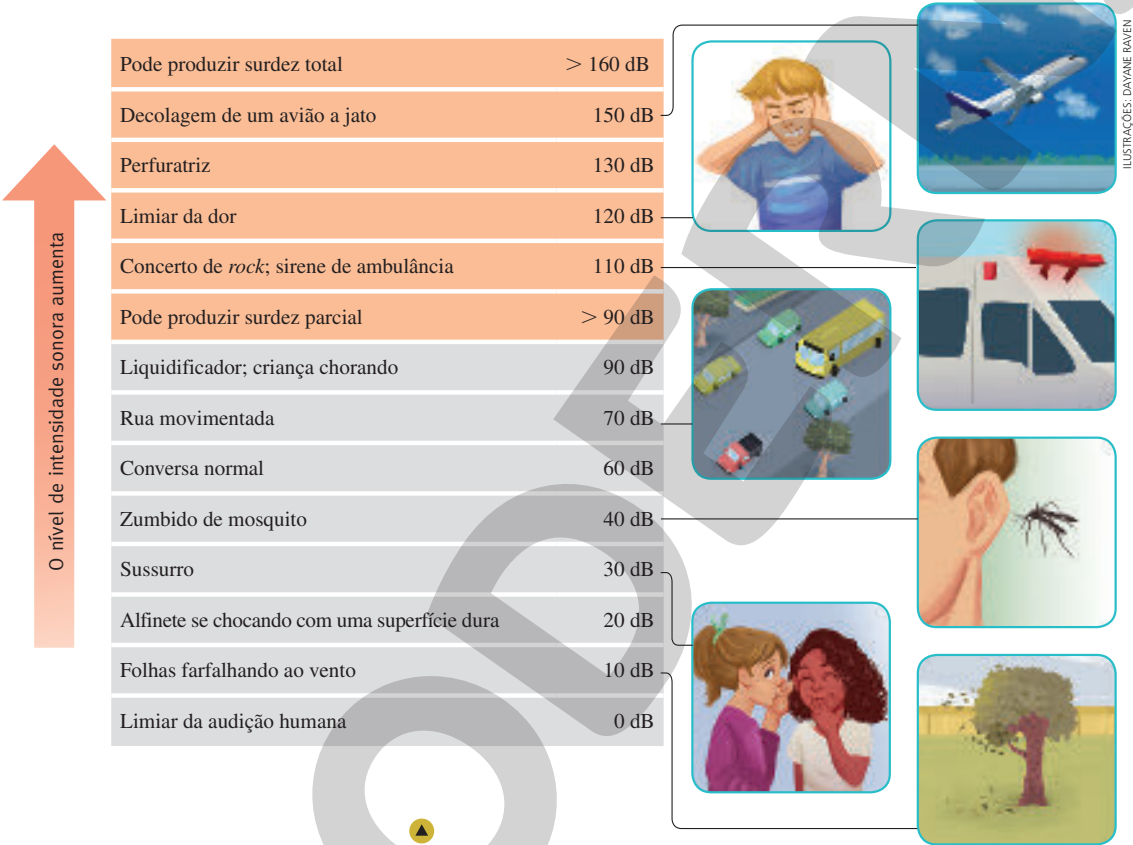
intensidade sonora Propriedade do som associada ao que é denominado popularmente de “volume” do som. Quando aumentamos o “volume” de um aparelho de som, tornamos mais intenso o som que é emitido por dele.

decibel (dB) Unidade usada para expressar a intensidade sonora.

Escala para expressar intensidade sonora

Ouvir frequentemente sons muito intensos, como música alta ou ruído de máquinas, pode provocar problemas de audição. Sons ainda mais intensos, como o barulho de explosões, mesmo que durem pouco tempo, podem causar dor nas orelhas (anteriormente denominadas *ouvidos*) e, até, danos permanentes à audição.

Existem aparelhos para medir o nível de intensidade dos sons. Os resultados de tais medidas são expressos na unidade **decibel**, simbolizada por **dB**. O esquema a seguir ilustra essa escala.



O nível de intensidade sonora pode ser expresso na unidade decibel (dB). Quanto maior for o número de decibels, mais intenso será o som. (Valores **aproximados** da intensidade de alguns sons.)

Fonte: Elaborado a partir de dados de J. M. Trefil e R. M. Hazen. *Physics Matters*. Hoboken: John Wiley, 2004. p. 320.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e inclui-lo no nosso blog.

• ondas sonoras

• intensidade sonora

• decibel (dB)

Altura de um som

Quando você mexe nos botões de **controle de graves e de agudos** de um aparelho de som, está alterando outra característica dos sons: a **altura**. Os sons **agudos** são chamados sons **altos**, e os sons **graves** são chamados sons **baixos**.

O miado de um gatinho é, por exemplo, um som alto. E o latido de um grande cachorro é um som baixo.

As vozes humanas podem apresentar grande diversidade de alturas. Algumas pessoas apresentam vozes mais baixas (graves), e outras, vozes mais altas (agudas).

Frequência de um som

Como já vimos, ondas sonoras são produzidas por objetos em vibração, que transferem essa vibração para o ar. Suponha que um objeto oscile 300 vezes a cada segundo. Ele produzirá ondas sonoras nas quais o ar também vibrará 300 vezes por segundo.

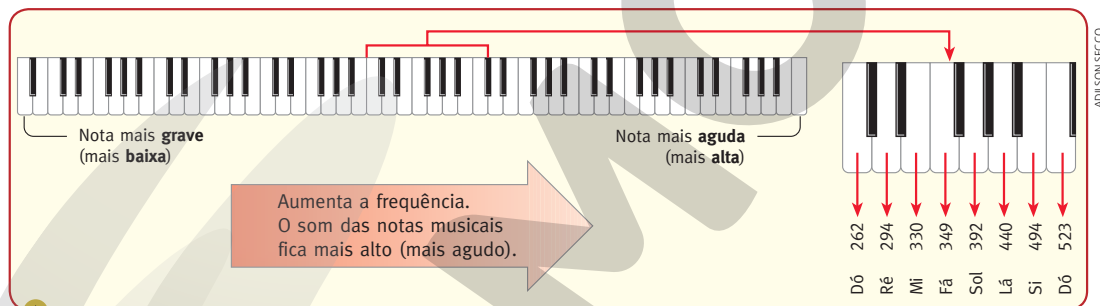
O número de oscilações por segundo é chamado de **frequência**. A unidade usada para expressar a frequência é a “oscilação por segundo”, denominada **hertz** e simbolizada por **Hz**. Assim, um corpo que oscile com frequência 300 Hz (trezentos hertz) emitirá um som de frequência 300 Hz.

Relação entre frequência e altura de um som

Corpos que vibram com frequências mais altas produzem sons mais altos (mais agudos) e os que vibram com frequências mais baixas produzem sons mais baixos (mais graves).

Ao pressionar as teclas de um piano, produzimos notas musicais de diferentes alturas. As teclas situadas na parte esquerda do teclado correspondem às notas mais baixas (graves) e as situadas na parte direita correspondem às notas mais altas (agudas).

O esquema a seguir mostra, como exemplo, uma das sequências de oito notas (dó-ré-mi-fá-sol-lá-si-dó) do teclado de um piano e as frequências do som de cada uma delas.



No teclado de um piano, quanto mais para a direita estiver uma tecla, mais aguda é a nota. Os números no destaque à direita indicam a **frequência** de algumas notas musicais, em **hertz (Hz)**. (Representação esquemática.)

Fonte: Valores numéricos das frequências obtidos de J. S. Walker. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 485.

Aprofundamento ao professor

Se a fonte emissora do som e/ou o observador estiverem em movimento, haverá alteração na frequência com que o som será percebido pelo observador. Sobre isso, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “O som de uma sirene é diferente quando ela se aproxima ou se afasta de nós. Por quê?”.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

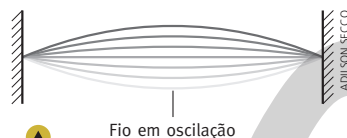
altura de um som Propriedade que distingue os sons agudos dos sons graves. Quanto mais agudo é um som, maior é a sua altura.

frequência de um som Número de oscilações por segundo de uma onda sonora. Quanto maior é a frequência de um som, maior é sua altura, ou seja, mais agudo ele é.

hertz (Hz) Unidade que pode ser interpretada como “oscilações por segundo”, usada para expressar a frequência de uma onda.

Atividades

Ao final desse item 2, proponha os exercícios 1 a 4 do *Use o que aprendeu*.



Fio em oscilação

Um fio que vibra 300 vezes por segundo produz um som de frequência 300 Hz. Assim são produzidos os sons dos instrumentos de corda.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- altura de um som
- frequência de um som
- hertz (Hz)

Sugestão de atividade

Uma atividade interessante é tomar contato com alguns instrumentos musicais e manuseá-los, verificando neles os princípios estudados no capítulo.

Flautas de plástico permitem verificar que, fechando ou mantendo abertos os orifícios nelas existentes, altera-se a coluna de ar que pode vibrar dentro do instrumento, e modifica-se, com isso, a altura (grave/agudo) do som produzido.

Cítaras de brinquedo permitem constatar o efeito do comprimento das cordas.

Violões e cavaquinhos possibilitam verificar o efeito da tensão da corda sobre o som que ela emite. Com posicionamento do dedo no braço do instrumento, pressionando uma corda, também permitem constatar o efeito do comprimento da corda.

C SQUARED STUDIOS/PHOTODISC/GETTY IMAGES



As cordas de um contrabaixo são colocadas em vibração pelos dedos do músico.

ANTONIO GUILLEMS/SHUTTERSTOCK



As cordas de um violino são colocadas em vibração pelo arco.

ANTON HAVELAAR/SHUTTERSTOCK



As cordas de uma harpa têm comprimentos diferentes, que influenciam na frequência dos sons que elas produzem. As cordas mais longas emitem notas mais graves e as mais curtas, notas mais agudas.

3 Instrumentos musicais

Instrumentos musicais de corda

O funcionamento de todos os instrumentos musicais baseia-se num mesmo princípio: são objetos que vibram, e a transmissão dessa vibração para o ar que está ao redor cria ondas sonoras.

Violão, violino, cavaquinho, violoncelo, contrabaixo, banjo e harpa são exemplos de **instrumentos de corda**. Neles existem cordas (fios) de metal ou de náilon que são colocadas em vibração pelos dedos do músico, por uma palheta ou por um arco que ele maneja. Cada corda, quando em vibração, emite uma nota musical, um som com frequência característica.

Cordas em vibração

Voltemos ao primeiro experimento sugerido na abertura deste capítulo. Nele, um fio de náilon é colocado em vibração e um som é produzido. A vibração do fio produz a vibração do ar ou, em outras palavras, a oscilação do fio produz ondas sonoras.

Pode-se perceber ao realizar o experimento que, quando se diminui a distância entre os dois tijolos, o som produzido fica mais alto (agudo).

Em ambos os casos, o fio de náilon vibra tão rápido que nosso cérebro não consegue perceber quantas vezes ele vai e vem a cada segundo. Mas, em laboratório, é possível medir a frequência de vibração de um fio.

Suponha que o fio de náilon oscile 300 vezes a cada segundo. Ele produzirá um som de frequência 300 Hz. Após reduzir a distância entre os tijolos, essa frequência aumenta. Se o fio passar a oscilar, por exemplo, 400 vezes a cada segundo, emitirá um som de frequência 400 Hz. Esse novo som de 400 Hz será mais alto (agudo) que o anterior, de 300 Hz. Se julgar necessário, repita o experimento e certifique-se de perceber que, quando o comprimento do fio em vibração é reduzido, o som emitido se torna mais alto (agudo).

Também do experimento com o fio de náilon, do início do capítulo, é possível chegar a outra conclusão. Mantendo fixa a distância entre os tijolos, mas variando o peso dos baldes, notamos que, quanto maior o peso (e, portanto, maior a tração no fio), mais alto (agudo) será o som produzido.

Há, então, pelo menos dois **fatores que influenciam a altura do som emitido por um fio em vibração: o seu comprimento** (comprimento de uma extremidade fixa à outra) **e o quanto ele está tensionado, esticado**. Para tornar o som **mais alto** (agudo) podemos **reduzir o comprimento do fio ou tensioná-lo mais**. Para tornar o som **mais baixo** (grave) podemos **aumentar o comprimento do fio ou tensioná-lo menos**.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Atente!

Note que, após estudar o item 3, os estudantes podem reavaliar as hipóteses que levantaram para explicar os resultados obtidos ao realizar os dois experimentos de abertura deste capítulo.



PETER WEBER/SHUTTERSTOCK

▶ Ao tocar o violão, a instrumentista coloca propositalmente os dedos em várias posições do braço do instrumento. Com isso, ela altera a frequência de vibração das cordas, emitindo as notas desejadas.



EDUARDO SANTALUSTRÁ

▶ Ao afinar um violão, as cordas são tensionadas (esticadas) até que emitam exatamente o som de uma certa frequência. Quando isso acontece, dizemos que o instrumento está afinado.

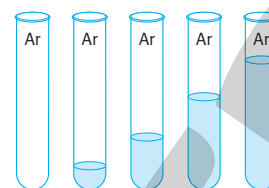
Colunas de ar em vibração

O outro experimento descrito no início deste capítulo, que envolve os tubos de ensaio, permite perceber que colunas de ar em vibração emitem sons.

Quando você assopra de modo adequado próximo à boca de um tubo de ensaio, o ar que está dentro dele é colocado em vibração. A vibração desse ar interno é transmitida ao ar que está fora do tubo e cria nele ondas sonoras.

Ao realizar o experimento, você deve ter percebido que o som produzido é tanto mais alto (agudo) quanto mais curta é a coluna de ar que está dentro dele, conforme mostra o esquema ao lado.

Essa é uma conclusão geral que, como veremos a seguir, é empregada em alguns instrumentos musicais: **quanto menor a coluna de ar vibrando, mais alto (agudo) é o som produzido.**



ADILSON SECO

Diminuindo o comprimento da coluna de ar, o som produzido fica mais alto (mais agudo).

Instrumentos musicais de sopro

Flauta, saxofone, clarineta, trombone, tuba e oboé são exemplos de **instrumentos de sopro**, em que o ar interno é colocado em vibração por meio do assopro do músico.

O músico pode variar o comprimento da coluna de ar que vibra dentro do instrumento e, com isso, consegue produzir os sons das diferentes notas musicais.



STOKRETS/SHUTTERSTOCK

▶ Na flauta transversal, o músico abre e fecha buracos e, com isso, altera o comprimento da coluna de ar que vibra dentro do instrumento, emitindo diferentes notas.



TRAVEL PIX/THE IMAGE BANK/GETTY IMAGES

▶ Na flauta de Pã, cada um dos tubos emite uma nota diferente, já que os comprimentos dos tubos variam.

Tema para pesquisa

Sobre esse tema, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto intitulado “Orquestras”.

Se dispuser de tempo e julgar conveniente, sugira também o seguinte outro tema para pesquisa: “A história da escala de notas musicais”, que pode ser desenvolvido interdisciplinarmente com Matemática, já que existe uma relação matemática entre as frequências dos sons, em cada oitava e entre as oitavas.

Sugestão de atividade

Como sequência do *Tema para pesquisa* dessa página, uma atividade que pode ser programada é assistir a uma apresentação de orquestra.

Essa atividade pode ser desenvolvida de modo interdisciplinar com Arte (quem compôs a música, em que época etc.) e com História (em que contexto histórico viveu o compositor, a que parte da sociedade se dirigia sua música, que movimentos artísticos existiam na época etc.).

Atividades

Após trabalhar o item 3, proponha os exercícios 5 a 7 do *Use o que aprendeu* e as atividades 1 a 3 do *Explore diferentes linguagens*.

DARIO SABUAK/SHUTTERSTOCK



Uma bateria é composta de vários instrumentos de percussão.

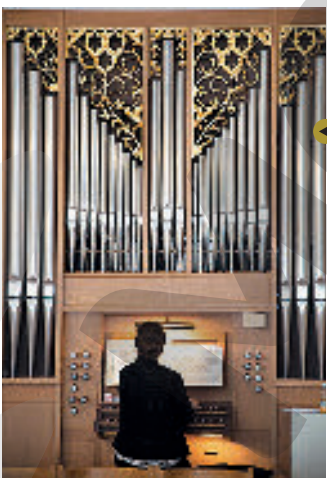


ATIVIDADE

Tema para pesquisa

Existe alguma regra para dispor os instrumentos musicais no palco quando uma orquestra vai fazer uma apresentação?

BILDHUSET/KEystone BRASIL



Num órgão de igreja, os sons são produzidos por **colunas de ar em vibração**. Cada um dos tubos que vemos nesta foto é construído com o comprimento adequado para emitir determinada nota musical. Os tubos mais compridos produzem sons mais baixos (graves).

PHOTOSTOCK-ISRAEL/AMYGLow IMAGES



Num piano, os sons emitidos devem-se à **vibração de cordas**. As cordas mais compridas apresentam menores frequências de vibração e emitem, portanto, sons mais baixos (graves). Para afinar um piano, o afinador aperta ou afrouxa o parafuso que tensiona as cordas, com o auxílio de uma chave especial.

Instrumentos musicais de percussão

“Percutir” quer dizer “bater fortemente em”.

Os **instrumentos de percussão** são aqueles em que o músico bate, com as mãos, com baquetas etc., colocando em vibração esses instrumentos, que são construídos com pedaços de couro esticado, lâminas de metal, pedaços de madeira, metal ou outros materiais.

Os gongos, sinos, triângulos e pratos são peças de metal que vibram. Nas castanholas, são peças de madeira. Nos bumbos, tambores, tamborins, bongôs e atabaques, são membranas de couro esticado.

Piano e órgão de igreja

E nos pianos e nos órgãos de igreja, o que é que vibra para emitir o som?

Esses dois instrumentos musicais têm um teclado, por meio do qual o músico produz o som das diversas notas musicais. Embora apresentem essa semelhança, pianos e órgãos de igreja têm diferentes princípios de funcionamento.

Dentro dos pianos existem, para cada tecla, uma corda de tamanho característico convenientemente esticada e um pequeno martelo. Quando uma determinada tecla é pressionada, o martelo ligado a ela bate na corda correspondente e a faz vibrar. Portanto, um piano produz notas musicais por meio da vibração de cordas esticadas.

Já os órgãos de igreja não têm cordas. Eles apresentam uma série de tubos com comprimentos diferentes, dentro dos quais um motor especial pode “assoprar” ar. Cada tubo corresponde a uma tecla. Ao apertar certa tecla, o músico faz o ar ser direcionado para o tubo correspondente. Esse “assopro” faz o ar vibrar dentro do tubo (como numa flauta) e emite a nota correspondente ao comprimento daquele tubo. Portanto, trata-se de um exemplo de instrumento musical baseado na vibração de colunas de ar.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

4 Velocidade do som no ar

Você já percebeu que, durante uma tempestade, é comum vermos o clarão de um raio e, só depois de algum tempo, ouvirmos o barulho do trovão? Por que isso acontece?

Quando um raio cai, o clarão e o ruído são produzidos simultaneamente. Essa luz e esse som irão se propagar em todas as direções e, por isso, alguém que esteja a certa distância poderá ver o raio e ouvir o trovão. Acontece que a velocidade com que a luz se propaga é espantosamente alta: em um segundo ela percorre 300 mil quilômetros. Podemos afirmar que, para efeitos práticos, o clarão de um raio é visto quase no mesmo instante em que o raio cai, ainda que a pessoa esteja a vários quilômetros de distância.

Já o som se propaga muito mais devagar que a luz. Sua velocidade no ar é de cerca de 343 metros a cada segundo. Em outras palavras, o som percorre cerca de um terço de quilômetro em um segundo. Por causa disso, o som do trovão chega algum tempo depois do clarão do raio.

A que distância caiu o raio?

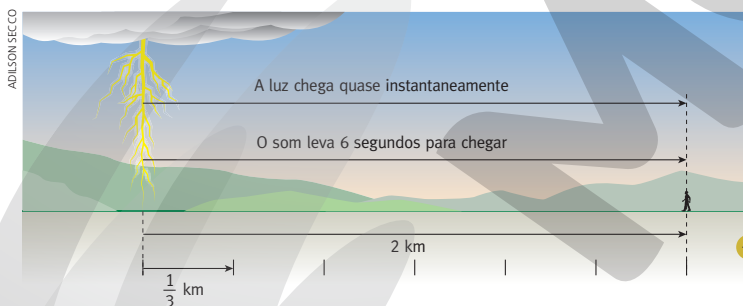
Existe um método que permite descobrir aproximadamente a que distância caiu um raio. Basta usar um relógio para marcar quantos segundos demora para se ouvir o barulho de um trovão a partir do momento em que o clarão é visto. Divida esse número por 3. O resultado é a distância, em quilômetros, de onde caiu o raio até o local onde você está.

Vamos supor que, após o clarão de um relâmpago, leve 6 segundos para se ouvir o trovão. Dividindo 6 por 3, obtemos 2 como resultado. Assim, o raio caiu a 2 quilômetros.

Qual é a explicação para esse método? Dividir um número por 3 é o mesmo que multiplicá-lo por $1/3$. Veja o exemplo:

$$6 \cdot \frac{1}{3} = \frac{6}{3} = 2$$

A explicação para o método é que, a cada segundo, o som do raio percorre, aproximadamente, $1/3$ de quilômetro. No exemplo dado, em 6 segundos o som percorrerá 6 vezes $1/3$ de quilômetro, ou seja, 2 quilômetros. Essa é, portanto, a distância aproximada entre o local onde caiu o raio e o local onde você está (veja o esquema abaixo).



Quando um raio cai a certa distância, primeiro vemos o seu clarão (relâmpago) e, depois de algum tempo, ouvimos o seu barulho (trovão). Tempestade com raios em São Paulo, SP, 2010.

A luz proveniente de um raio chega até um observador muito mais rápido do que o som.

Motivação

Note que esse experimento possibilita aos estudantes a compreensão de por que nossa própria voz parece ser diferente em uma gravação, mas a dos outros não.

Também permite que entendam a razão pela qual os sons parecem diferentes quando ouvidos por alguém submerso em uma piscina.

MOTIVAÇÃO



Objetivo

- ▶ Perceber distorções no som quando ele chega às orelhas propagando-se por sólidos.

Você vai precisar de:

- duas colheres (de sopa) de metal
- barbante de 1 metro
- alguém para ajudá-lo

Procedimento

1. Amarre o cabo de uma colher no meio do barbante. Enrole cada uma das extremidades do barbante nos seus dedos indicadores. Deixe a colher pendurada na sua frente, como mostra a figura **A**, e peça que a pessoa bata com outra colher na que está pendurada. Ouça bem o som produzido.
2. Tape suas orelhas com a ponta dos dedos indicadores e deixe a colher pendurada na sua frente. Peça que a pessoa bata novamente na colher, como mostra a figura **B**. Ouça o som e compare com o que você ouviu no item 1. São iguais ou diferentes? Por quê?



Colheres de metal
Barbante

Figura A



Figura B

ILUSTRAÇÕES: RODRIGO ARRABA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

5 O som não se propaga apenas no ar

Objetos em vibração produzem ondas sonoras, **que se propagam no ar e em quaisquer outros materiais**, como água, barbante, osso, aço, madeira, alumínio etc.

O experimento anterior ilustra essa situação. No item 1, as ondas sonoras produzidas pela colher em vibração se propagam pelo ar até suas orelhas. No item 2, as ondas sonoras provenientes da colher chegam às suas orelhas por meio do barbante e dos dedos indicadores.

Outra conclusão do experimento é que o som proveniente de uma mesma fonte é percebido por nós de modo diferente quando chega à nossa orelha propagando-se por materiais diferentes. Quando é ouvido por meio do barbante e dos dedos, o barulho da vibração da colher se parece com o de um sino badalando.

De modo geral, podemos dizer que, ao se propagar por diferentes materiais, o som é percebido por nós com alterações de intensidade e de timbre.

Você já ouviu a **sua própria voz** gravada? Percebeu como ela parece diferente?

JOSE LUIS DUHAS



Em uma gravação, nossa própria voz nos parece estranha, mas a dos outros não.

Quando você fala, o som da sua voz chega às suas orelhas não apenas pelo ar, mas também por meio do seu corpo, principalmente de seus ossos, que são sólidos. Ao ouvir sua voz gravada, por outro lado, você escuta o som que vem do alto-falante e que se propaga até você exclusivamente por meio do ar. Por isso sua voz parece diferente. Na verdade, as outras pessoas conhecem a sua voz do mesmo jeito que ela sai na gravação.

A velocidade do som depende do material

Um outro fator que muda quando o som se propaga em diferentes materiais é a sua velocidade.

Nos líquidos o som se propaga mais rápido que no ar, e nos sólidos, ainda mais rápido que nos líquidos. Para se ter uma ideia disso, analise os dados que aparecem na tabela a seguir.

Material no qual o som se propaga	Velocidade aproximada do som, em metros por segundo, a 20 °C
Ar	343
Água pura	1.440
Água do mar	1.560
Madeira rígida	4.000
Vidro	4.500
Aço	5.000
Alumínio	5.100

Fonte: D. C. Giancoli. *Physics: principles with applications*. 7. ed. Glenview: Pearson, 2014. p. 329.

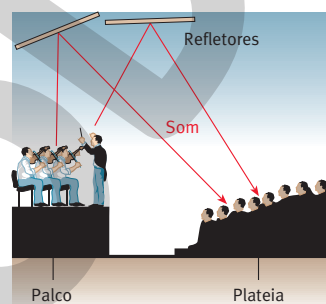
6 Reflexão e absorção do som. Eco

Quando as ondas sonoras que se propagam no ar encontram um anteparo, como uma parede, parte do som pode ser **absorvida** por esse anteparo e parte pode ser **refletida**.

A ideia de que o som pode ser refletido ou absorvido por uma superfície é aproveitada nos teatros, principalmente naqueles projetados para concertos de orquestras. No teto desses teatros há, normalmente, vários anteparos irregulares que servem para **refletir** o som em todas as direções e permitir que todos os ouvintes possam apreciar a música (veja o esquema ao lado). Já as paredes, o chão e as poltronas desses teatros são, geralmente, revestidos por carpete. O carpete **absorve** o som e impede-o de refletir outras vezes, o que prejudicaria a acústica do ambiente.



Considerando-se que percorra distâncias iguais, um som chega às orelhas de um mergulhador mais rápido do que se ele estivesse no ar. Isso ocorre porque a velocidade do som na água é maior do que no ar.



Refletores no teto melhoram a acústica de um ambiente destinado a apresentações de orquestras.

Os conhecimentos sobre reflexão e absorção do som são úteis para projetar ambientes adequados a apresentações de orquestras.

Atividades

Após trabalhar em sala o item 5, o momento é oportuno para as questões 8 a 10 do *Use o que aprendeu* e a atividade 4 do *Explore diferentes linguagens*.

Material Digital Audiovisual
• Vídeo: *Barreira do som*

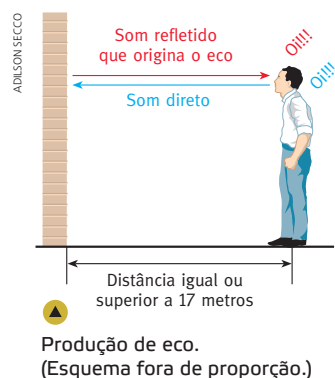
Orientações para o professor acompanharem o Material Digital Audiovisual

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Reflexão sonora. Reforço, reverberação e eco”.

Atividades

Ao final do item 6, proponha aos estudantes o exercício 11 do *Use o que aprendeu*.



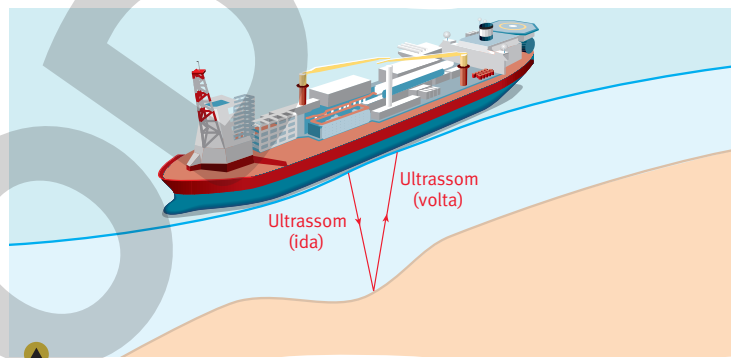
Quando o som refletido chega imediatamente após o som direto, o cérebro não consegue distinguir ambos e tem-se a impressão de que é um único som “comprido”.

Porém, quando o som refletido chega suficientemente atrasado para ser diferenciado do som direto pelo cérebro, então temos um **eco**. Estudos científicos revelaram que o eco só pode ocorrer quando existe uma superfície para refletir o som distante 17 metros, ou mais, do local onde o som é emitido e ouvido diretamente. Isso aparece ilustrado ao lado. Se a superfície estiver mais próxima que 17 metros, então o som refletido chega quase junto com o som direto e nosso cérebro não consegue distinguir os dois.

7 Ultrassom e infrassom

O ser humano consegue ouvir os sons com frequências na faixa de 20 Hz a 20.000 Hz. As ondas com frequência abaixo de 20 Hz são chamadas de **infrassom** e não são captadas por nossa orelha. O mesmo acontece com as frequências acima de 20.000 Hz, que correspondem ao que se denomina **ultrassom**.

Apesar de não conseguirmos escutar o ultrassom, ele é útil ao ser humano. É utilizado, por exemplo, num aparelho denominado **sonar**. Uma das aplicações desse aparelho é na determinação da profundidade marítima. Quando um sonar de navio emite ondas ultrassônicas em direção ao fundo do oceano, elas atingem o fundo e são refletidas de volta. O aparelho capta esse ultrassom em seu retorno, mede o tempo que levou para ele ir e voltar e, conhecendo a velocidade de propagação do ultrassom na água do mar, calcula a distância a que se encontra o fundo.



O uso do sonar em um navio permite determinar a profundidade marítima.

O sonar também é usado para localizar cardumes de peixes, torpedos, submarinos e outros objetos que estejam submersos.

Uma adaptação do sonar permitiu seu uso em Medicina, nos aparelhos para **exames por ultrassonografia**. Eles emitem ondas de ultrassom para dentro do organismo do paciente. Essas ondas refletem nos órgãos e são captadas, em seu retorno, pelo aparelho que, baseado nelas, monta uma imagem do interior do organismo num monitor de computador.



Saiba de onde vêm as palavras

A palavra “ultrassom” vem do latim *ultra*, que significa além de, acima.

A palavra “infrassom” vem do latim *infra*, que significa abaixo de.

O termo “sonar” é uma abreviatura do inglês *sound navigation ranging*, que significa alcance de navegação do som, numa alusão ao percurso de ida e volta do ultrassom emitido pelo aparelho dentro da água.



MBIS/SHUTTERSTOCK

Nos exames por ultrassonografia é possível investigar órgãos que não são visíveis em radiografias, como o fígado, o coração, o útero e os ovários. Essa técnica também possibilita acompanhar a gravidez e a saúde do feto (como nesta foto) sem expô-lo aos raios X.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

• ultrassom

• infrassom

Em destaque

Importância do ultrassom para alguns animais

Um sistema natural muito eficiente presente em várias espécies de morcegos permite-lhes desviar de obstáculos em seus voos e obter alimento, por exemplo, capturar mariposas.

Em 1793, o biólogo italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) realizou experimentos nos quais cegou alguns morcegos e os libertou. Algumas semanas mais tarde, recapturou-os e percebeu que tinham insetos frescos dentro do estômago. Mesmo sem enxergar, esses morcegos conseguiam caçar. No entanto, morcegos que foram propositadamente ensurdecidos não conseguiam caçar e morriam de fome.

No século XX foi possível explicar isso. Os **morcegos usam um sonar natural** para localizar insetos. Eles **emitem ultrassons que batem nas suas presas e são refletidos de volta**. Pelo tempo que leva para o ultrassom retornar, o morcego avalia a que distância está o inseto. O mesmo mecanismo permite aos morcegos em voo desviar de obstáculos tão pequenos como fios de náilon com 1 milímetro de espessura.

Várias espécies de baleias e golfinhos também utilizam ultrassom para se comunicar e para se orientar na navegação pelo oceano.

IGOR CHERNOMORCHENKO/SHUTTERSTOCK



Algumas espécies de morcegos localizam suas presas com o uso de um sonar ultrassônico. Esse mecanismo é tão eficiente que esses animais não dependem da visão para obter alimento.

Fonte: J. S. Walker. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 469.



ADILSON SECCO

Atividade

Após a leitura e a interpretação, em sala de aula, do texto *Importância do ultrassom para alguns animais*, apresentado nessa página, proponha aos estudantes a atividade 5 do *Explore diferentes linguagens*.

• EF09CI07

“Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).”

No capítulo 3, os estudantes aprenderam conceitos referentes a ondas (radiações) eletromagnéticas e já sabem, a esta altura, o que são raios X, raios gama, ondas de rádio, infravermelho e ultravioleta.

Neste capítulo, eles aprendem o que é ultrassom (onda mecânica similar ao som, mas com frequência superior à dele, ou seja, superior a 20.000 Hz) e passam a saber que ele pode ser utilizado na obtenção de imagens internas do organismo sem necessidade de incisão, ou seja, que o exame por ultrassom é um **técnica não invasiva** de diagnóstico por imagem, como ilustra a foto do alto dessa página.

O restante do desenvolvimento da habilidade EF09CI07 se dará na atividade de encerramento da Unidade B.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto intitulado “Como funciona a ultrassonografia com Doppler?”.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

ultrassom Ondas similares ao som, mas com frequência superior a 20.000 Hz, que não são audíveis pelo ser humano. É usado no sonar e nos aparelhos de exame médico por ultrassonografia.

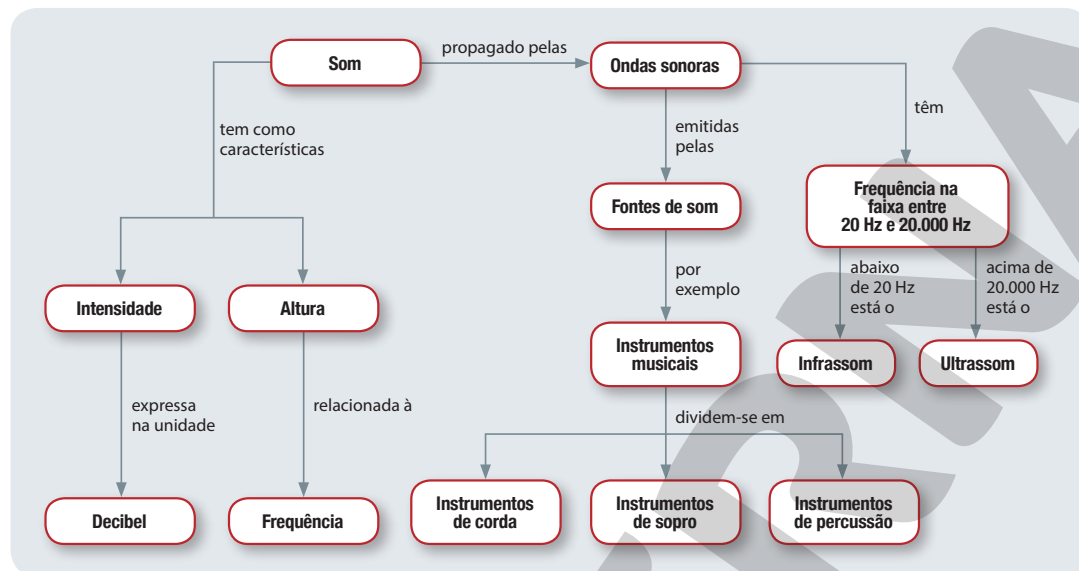
infrassom Ondas similares ao som, mas com frequência inferior a 20 Hz, que não são audíveis pelo ser humano.

Respostas do Use o que aprendeu

- O que muda é a intensidade do som. De perto o som do latido é mais intenso que de longe.
- Porque fazer um som ficar mais alto é torná-lo mais agudo, ou seja, com maior frequência.
 - Dizendo, por exemplo, que o som fica mais intenso.
- Hz é o símbolo da unidade hertz, usada para expressar frequência. Um hertz equivale a uma oscilação (ou vibração) por segundo.
 - Significa que ela vibra 660 vezes a cada segundo.
 - O som mais baixo (que é mais grave, tem menor frequência) é o da corda que vibra com frequência 196 Hz. E o som mais alto (que é mais agudo, tem maior frequência) é o da corda que vibra com frequência 660 Hz.
- Baixo.
 - Soprano.
 - Tenor, contralto e soprano.

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

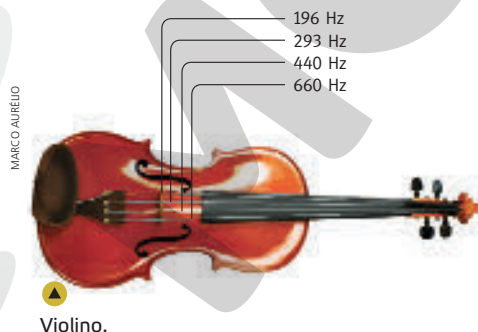
MAPA CONCEITUAL



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

- Você ouve, de perto e de longe, um mesmo cachorro latindo. Que característica do som muda de uma situação para outra?
- Ao aumentar o volume de um aparelho de som, diz-se, popularmente, que o som fica mais "alto".
 - Por que não está correto usar a palavra "alto" numa frase como essa?
 - Como você pode expressar a ideia desejada sem usar a palavra "alto"?
- A figura abaixo mostra a frequência de vibração das quatro cordas de um violino afinado.
 - Qual é o significado do símbolo Hz?
 - O que significa dizer que uma corda vibra com frequência 660 Hz?
 - Qual das quatro cordas, quando em vibração com as frequências mostradas na figura, emite o som mais baixo? E qual emite o som mais alto?
- Os cantores costumam ser classificados em *baixo*, *barítono* e *tenor*, e as cantoras, em *contralto* e *soprano*.



A soprano Alessandra Marianelli e o tenor Andrea Bocelli durante apresentação em Caserta, na Itália, em 2015. Uma classificação vocal é o tema da questão 4.

As vozes desses artistas se encontram nas seguintes faixas de frequência:

- *baixo* — entre 87 Hz e 349 Hz
- *barítono* — entre 98 Hz e 392 Hz
- *tenor* — entre 131 Hz e 494 Hz
- *contralto* — entre 175 Hz e 698 Hz
- *soprano* — entre 247 Hz e 1.145 Hz

Com base nessas informações, responda às perguntas:

- a) Qual desses cinco tipos de artistas consegue emitir as notas mais graves?
 - b) Qual deles consegue emitir as notas mais agudas?
 - c) Quais dos cinco tipos mencionados conseguem emitir, com a voz, uma nota “lá médio”, que tem frequência 440 Hz?
- 5.** A foto mostra músicos assoprando em longos tubos para emitir sons. Esses instrumentos de sopro são flautas (trompas), típicas da região dos Alpes, na Europa.



Músicos tocando trompas alpinas, na Suíça, em 2014.

- a) Como esses tubos podem emitir sons?
 - b) O que muda no som emitido por um tubo mais comprido se comparado a um tubo mais curto?
- 6.** Nas baterias de escola de samba há vários instrumentos diferentes. Pesquise exemplos desses instrumentos e faça uma lista. A seguir, classifique-os em instrumentos de corda, de sopro e de percussão. Qual desses tipos predomina?



Os instrumentos musicais da bateria de uma escola de samba são o tema da questão 6. Escola de samba se apresentando no Carnaval em São Paulo, SP, 2009.

- 7.** Pesquise e responda:
O que é um diapasão e em que ele auxilia na afinação de um instrumento?
- 8.** Após ver o clarão de um raio, uma pessoa demorou 9 segundos para ouvir o trovão. Aproximadamente que distância da pessoa caiu esse raio? Explique como você chegou a essa conclusão.
- 9.** Observe a figura e responda:



- a) O rapaz pode ouvir o sino tocando?
 - b) Em caso afirmativo, o som será ouvido de modo igual pelo rapaz e pela moça? Explique.
- 10.** Uma pessoa está praticando mergulho no mar e, acima dela, flutua um pequeno barco no qual está seu ajudante. A 300 metros desse local, uma outra pessoa solta um rojão, que produz um barulho muito intenso. Quem, o mergulhador ou o seu ajudante, escutará o estrondo primeiro? Por quê?
- 11.** Uma festa num salão sem móveis, tapetes e cortinas é muito mais barulhenta do que num salão com móveis, tapetes e cortinas. Explique por quê.

- 5.** a) O assopro faz o ar dentro dos tubos vibrar, e essa vibração produz ondas sonoras.
b) Os tubos mais compridos fornecem som mais baixo (mais grave).
- 6.** A lista pode incluir grande variedade: reco-reco, cho-cacho, pandeiro, pratos, surdo, tarol (ou caixa de guerra), repenique, cuí-ca, tamborim, agogô etc. Desses exemplos mencionados, todos são instrumentos de percussão.
- 7.** É um pequeno objeto metálico em forma de U com uma haste também de metal. Quando é segurado pela haste e o U é percutido (batido) contra um objeto rígido, passa a vibrar com uma frequência bem definida. O som dessa nota musical de frequência definida emitida pelo diapasão é usado como padrão de referência para afinar instrumentos musicais.
- 8.** Dividindo 9 por 3, obtém-se 3. Então, o raio caiu a 3 quilômetros de distância da pessoa. A explicação é que a cada segundo o som percorre cerca de um terço de quilômetro. Em 9 segundos, o som do trovão percorre aproximadamente 3 quilômetros.
- 9.** a) Sim, pois o som se propaga na água.
b) Não, pois, quando o som se propaga por diferentes materiais, sofre alteração de intensidade e timbre.
- 10.** O mergulhador escutará o barulho antes que seu ajudante porque a velocidade do som na água do mar (líquido) é maior do que no ar (gás).
- 11.** No salão sem móveis, tapetes ou cortinas, o som é refletido várias vezes pelas paredes antes de ser absorvido. Já num salão com móveis, tapetes e cortinas, os materiais de que são feitos esses objetos absorvem o som mais rapidamente e a festa é menos barulhenta.

Respostas do Explore diferentes linguagens

- a) O violino.
b) O contrabaixo.
c) Cordas mais longas tendem a emitir notas mais graves. Cordas mais curtas tendem a emitir notas mais agudas.
- a) O saxofone soprano.
b) O saxofone baixo.
c) Colunas de ar mais longas em vibração tendem a emitir notas mais baixas (graves) e colunas mais curtas tendem a emitir notas mais altas (agudas).



ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

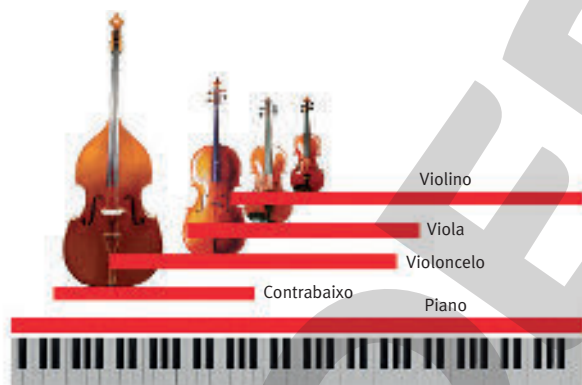
A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

ESQUEMA

1. O esquema abaixo mostra, em vermelho, a faixa de frequência das notas que podem ser conseguidas com os instrumentos de cordas **violino**, **viola**, **violoncelo** e **contrabaixo**. (Essa viola não é a *viola brasileira* ou *viola caipira*, também chamada de *viola*, instrumento que se assemelha ao violão. É um instrumento que lembra um violino, porém é maior do que ele. A faixa de frequências do piano é mostrada apenas para comparação.)

Analise o esquema e faça o que se pede:

- a) Qual desses instrumentos de cordas emite notas mais agudas?
- b) Qual desses instrumentos de cordas emite notas mais graves?
- c) Explique a razão de o tamanho desses instrumentos influenciar a faixa de frequência das notas.



Fonte: HALLIDAY, D. et al.
Fundamentals of Physics.
10. ed. Hoboken: John Wiley,
2014. p. 495.

2. O esquema abaixo mostra, em vermelho, a faixa de frequência das notas de diferentes tipos de **saxofone**. (A faixa de frequências do piano é mostrada apenas para comparação.)

Analise o esquema e responda:

- a) As notas mais altas são emitidas por qual desses instrumentos de sopro?
- b) As notas mais baixas são emitidas por qual desses instrumentos de sopro?
- c) Por que o tamanho desses instrumentos influencia a altura do som?



Fonte: HALLIDAY, D. et al.
Fundamentals of Physics.
10. ed. Hoboken: John Wiley,
2014. p. 495.

ILUSTRAÇÕES: MARCO AURÉLIO

RELATO DE EXPERIMENTO

3. Você pega um elástico de prender células, estica-o como mostra a figura A, ao lado, e coloca-o em vibração para produzir um som. O que aconteceria com o som produzido se o elástico estivesse mais esticado? (Faça o experimento para verificar sua resposta!)
4. Prenda um elástico ao redor de um copo de plástico duro, como mostra a figura B. Faça o elástico vibrar e ouça com atenção o som produzido. Encoste o fundo do copo numa das orelhas e faça vibrar novamente o elástico, como mostra a figura C. Você percebe alguma diferença no som que ouve de uma situação para outra? Em caso afirmativo, que explicação você pode dar?

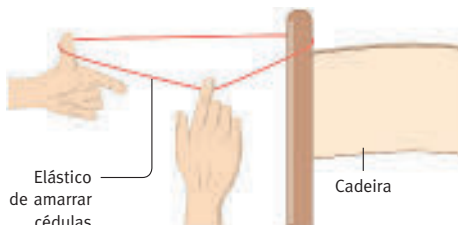


Figura A



Figura B



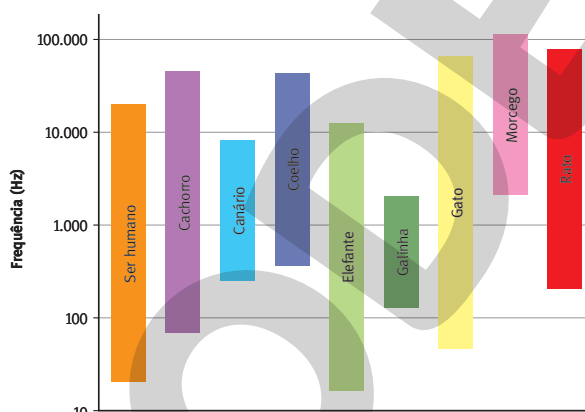
Figura C

ADILSON SECCO

ROBERTO HIGA

GRÁFICO

5. O gráfico de barras ao lado mostra a faixa de frequência que alguns animais conseguem ouvir. Considerando esses animais, responda às perguntas.
 - a) Qual desses animais tem a faixa de audição mais estreita?
 - b) Quais desses animais conseguem ouvir ultrassom?
 - c) Qual desses animais ouve sons mais graves (isto é, de menor frequência)?
 - d) Para que os morcegos utilizam o ultrassom?
 - e) A faixa de 20.000 Hz a 60.000 Hz é audível pelas mariposas. Pensando em termos de adaptação e sobrevivência, qual é a vantagem de as mariposas ouvirem nessa faixa?



Fonte dos dados referentes aos animais: G. M. Strain.
How well do dogs and other animals hear?
Louisiana State University.
Disponível em: <<https://www.lsu.edu/deafness/HearingRange.html>>
(acesso: mar. 2018).

Seu aprendizado não termina aqui

Procure saber mais sobre os instrumentos musicais que mais lhe chamam a atenção. Pesquise onde e quando foram inventados, que mudanças

sofreram ao longo do tempo, qual é o princípio de funcionamento e qual é a importância cultural de cada um.

Principais conteúdos conceituais

- Propagação retilínea da luz
- Conceito de raio de luz, de fonte luminosa e de corpo iluminado
- A luz branca é composta de várias cores
- Reflexão, absorção e refração da luz
- A absorção da luz e a cor dos objetos
- Cores primárias de luz
- Cores primárias de corantes
- Propagação retilínea da luz e formação de sombras
- Sombra e penumbra
- Noções sobre espelhos planos, espelhos côncavos e espelhos convexos e a presença deles no cotidiano
- Refração da luz e formação do arco-íris

O tema deste capítulo é largamente presente no cotidiano e normalmente é muito bem recebido pelos alunos.

Um ponto relevante é fazer a clara diferenciação entre **cores primárias de luz** e **cores primárias de corante**.

Quanto à aparente mudança de cor dos objetos quando observados sob diferentes condições de iluminação, podem-se usar como exemplo interessante as ruas iluminadas com lâmpadas de vapor de sódio (se, dentro da realidade local, elas existirem). Sob a luz amarelada dessas lâmpadas as cores dos objetos não são vistas normalmente. Até a pele humana fica com coloração alterada.

O capítulo também traz noções sobre a formação de sombras e sobre a formação de imagens em espelhos. Ele não pretende entrar no campo da óptica geométrica, com o traçado de raios de luz a fim de determinar a exata posição e as características de imagens.

A proposta do capítulo é abordar esses aspectos de forma empírica, partindo de observações para chegar às conclusões. Daí a importância da realização dos experimentos propostos (páginas 113, 121, 122, 125 e 126).

CAPÍTULO

6

ÓPTICA



ROMULO BALDINI/TEMPO COMPOSTO/TARSILA DO AMARAL EMPREENDIMENTOS-COLEÇÃO DE ARTES VISUAIS DO INSTITUTO DE ESTUDOS BRASILEIROS - USP, SÃO PAULO

Você sabia que um livro colorido, como este, é impresso com tintas de apenas quatro cores diferentes?

Então, como é possível que nele apareçam tantas cores diferentes? (Acima, reprodução de *O mamoeiro*, óleo sobre tela de Tarsila do Amaral, 1925.)

112

UNIDADE B • Capítulo 6

Aproveite a pergunta formulada nessa página para sondar as concepções prévias dos estudantes. Em específico, verifique o que eles pensam a respeito de combinação de cores.

É bem possível que eles já tenham alguma experiência com mistura de tintas, mas não com combinação de luzes coloridas. Essa sondagem pode ajudá-lo nessa verificação e no trabalho com a distinção entre cores primárias de luz e cores primárias de corante, nos itens 1 a 5 deste capítulo.

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- ▶ Investigar a cor de alguns objetos sob luz verde e sob luz vermelha.

Você vai precisar de:

- folhas de papel celofane de cores vermelha e verde
- folhas de papel *color set* de cores vermelha e verde
- duas lanternas
- tesoura de pontas arredondadas
- fita adesiva
- sala bem escura

Procedimento

1. Recorte um pedaço quadrado (com cerca de 4 centímetros de lado) do papel *color set* vermelho. Recorte outro quadrado, de mesmo tamanho, do papel verde. Coloque-os sobre a mesa (figura A).

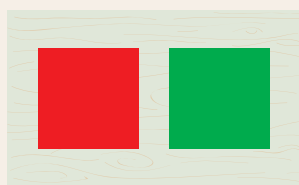


Figura A

2. Dobre várias vezes um pedaço de papel celofane vermelho até que ele fique com 8 vezes a espessura original. Prenda esse papel na frente de uma lanterna com fita adesiva. Use o celofane verde, também dobrado até ficar com 8 vezes a espessura original, para revestir a frente da outra lanterna (figura B). Agora, quando acesas, uma lanterna emite luz vermelha, e a outra, luz verde.

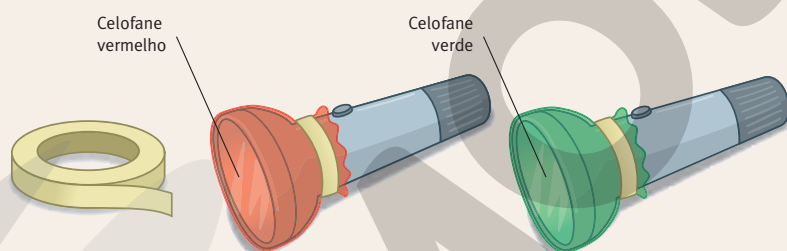


Figura B

3. Escureça totalmente a sala. Ilumine os dois papéis coloridos que estão na mesa apenas com a lanterna que emite luz vermelha. Observe a cor de cada papel sob essa condição de iluminação.
4. Repita a observação, utilizando apenas a lanterna que emite luz verde.
5. Repita a observação com ambas as lanternas ao mesmo tempo. Explique o que observou.

De olho na BNCC!

• EF09CI04

“Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.”

A investigação proposta na seção *Motivação* dessa página e os conhecimentos que serão adquiridos até o item 3 deste capítulo possibilitarão que, ao chegar ao item 4, os estudantes possam revisar sua explicação para o observado, reformulando-a ou complementando-a, se necessário.

Além disso, esses saberes permitirão que eles planejem e executem outros experimentos que comprovem que a cor de um objeto está relacionada à cor da luz que o ilumina, desenvolvendo, portanto, parte da habilidade em questão.

Sobre essa habilidade, veja também os comentários na página 117 deste Manual do professor.

Conteúdos procedimentais sugeridos

- Manipular materiais simples para constatar que a cor da luz usada para iluminar objetos influencia a cor com que os vemos.
- Investigar a formação de imagens em espelhos planos.
- Investigar a formação de imagens em espelhos convexos e espelhos côncavos, usando uma colher limpa, polida e não riscada.

O primeiro conteúdo procedimental está vinculado à realização do experimento descrito na seção *Motivação* dessa página e, também, ao restante do desenvolvimento da habilidade EF09CI04 da BNCC, mais à frente.

Os dois outros conteúdos procedimentais listados estão associados aos experimentos das seções *Motivação* que antecedem os itens 8 e 9, no livro do aluno.

Conteúdos atitudinais sugeridos

- Interessar-se pelas ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender melhor o mundo que nos cerca.
- Perceber que muitos princípios científicos estão presentes em nossa vida cotidiana.

Os diversos exemplos cotidianos que são apresentados neste capítulo contribuem para o desenvolvimento dessas atitudes, já comentadas neste Manual do professor.

Representação esquemática dos raios de luz provenientes de uma lâmpada acesa.



JOSE LUIS JUHAS

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Conceitos introdutórios à Óptica

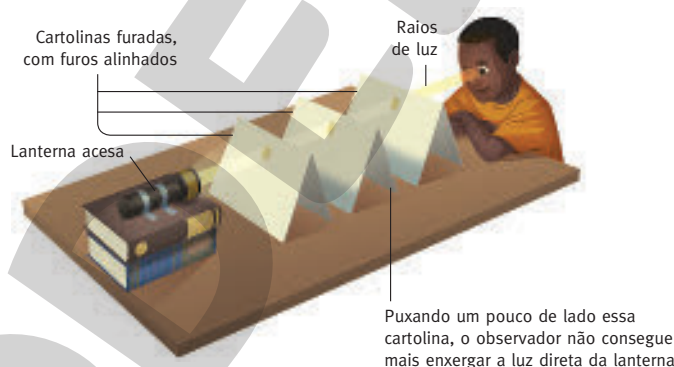
Raios de luz e fontes luminosas

A luz e as manifestações associadas a ela — tais como as sombras, as cores dos objetos e as imagens produzidas pelos espelhos e pelas lentes — são estudadas por uma área da Física denominada **Óptica**. Este capítulo é sobre esse tema.

O Sol, a chama de uma vela e uma lâmpada acesa são exemplos de **fontes luminosas**, ou seja, são corpos que emitem luz. As fontes luminosas são vistas quando a luz emitida por elas atinge os olhos de alguém.

Na figura ao lado estão representados os **raios de luz** emitidos por uma lâmpada acesa. Esses raios são emitidos em todas as direções, e é por isso que conseguimos ver uma mesma lâmpada acesa de qualquer lugar em que estejamos na sala.

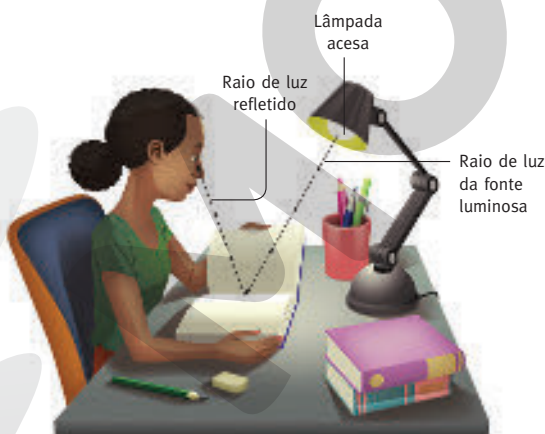
Os raios de luz se propagam em **linha reta**, fato que pode ser demonstrado por meio de um experimento como o ilustrado a seguir.



RODRIGO ARRAYA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

RODRIGO ARRAYA



Raios de luz e corpos iluminados

Na escuridão total não é possível enxergar objetos que não emitem luz, como um lápis, uma lâmpada apagada ou uma folha de papel. Só podemos vê-los se forem atingidos pelos raios de luz provenientes de uma fonte luminosa, ou seja, se eles estiverem iluminados.

Quando os raios de luz de uma fonte luminosa atingem um objeto, iluminando-o, alguns desses raios podem ser refletidos. O objeto é enxergado porque esses raios refletidos chegam aos olhos de alguém, como ilustra o desenho ao lado.

Independência dos raios de luz

Os raios de luz de uma fonte luminosa não interferem na propagação dos raios de outra fonte luminosa, ainda que o caminho de ambos se cruze. Isso é conhecido como **princípio da independência dos raios de luz**.



Os raios de luz de um dos holofotes que iluminam esse palco não interferem na propagação dos raios de luz dos outros holofotes, mesmo que se cruzem.

2 As componentes da luz branca

O experimento do início do capítulo tem um resultado muito interessante e, para que você consiga explicá-lo, é necessário, antes de mais nada, investigar a **luz branca**.

Em 1666, o cientista inglês Isaac Newton verificou que a luz branca proveniente do Sol é, na realidade, composta de luzes de várias cores. Isso pode ser percebido quando a luz branca passa por um prisma de vidro. Nessas condições ocorre a decomposição da luz branca nas várias cores que formam o arco-íris.

Embora popularmente se diga que o arco-íris tem sete cores — vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta —, na realidade ele tem inúmeras cores distintas, que incluem muitos tons de vermelho, de alaranjado, de amarelo, de verde, de azul (incluindo o que costuma ser chamado de anil) e de violeta.

Quando todas essas cores atingem simultaneamente o olho humano, elas provocam a **sensação visual da luz branca**. (A sensação visual é, de fato, interpretada pelo cérebro.) Para demonstrar isso, Newton pintou um disco com as cores do arco-íris e o colocou em rotação rápida. Nesse experimento, que ficou conhecido como **Disco de Newton**, o disco é visto com a cor branca, resultado da “mistura” das cores do arco-íris.

Muito tempo se passou desde que Newton fez seus experimentos com a luz. Atualmente, os cientistas sabem muito mais a respeito das cores e de como o olho humano as enxerga do que se sabia naquela época. Vamos, a seguir, dar algumas noções sobre as **cores primárias de luz** e também sobre as **cores primárias de corantes**.



ATIVIDADE

Certifique-se de ter lido direito

Recorde o esquema do experimento em que a luz branca é decomposta no espectro visível, no capítulo 3, item 4.



Arco-íris visto em Fortaleza, CE. Gotículas de água presentes na atmosfera atuam como pequenos prismas e decompõem a luz.

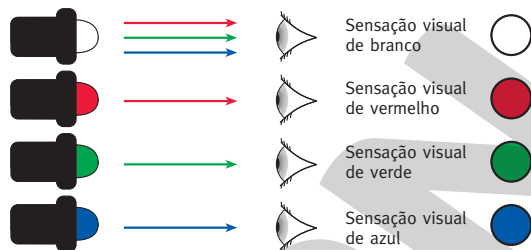
Atente!

Caso algum estudante tente fazer o experimento do Disco de Newton, pode não obter exatamente a cor branca. Isso porque as cores que irá usar — pintando com tintas, giz de cera, canetas hidrográficas etc. — não serão exatamente as cores do arco-íris (que não são sete e sim infinitas, pois vão desde o vermelho com comprimento de onda, λ , de 700 nm aproximadamente até violeta com $\lambda < 400$ nm). O que se obtém normalmente, em vez de branco, é um bege, cinza ou amarelado claros.

3 Cores primárias de luz

Para se ter a sensação visual de branco, não é necessário que todas as cores do arco-íris atinjam nossos olhos. Se luzes de cores vermelha, azul e verde os atingirem simultaneamente, isso já será suficiente para causar a sensação visual de luz branca.

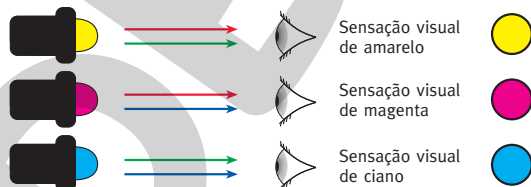
A sensação visual de branco pode ser causada pela incidência simultânea das luzes vermelha, verde e azul. (Representação esquemática.)



Quando duas dessas três luzes coloridas — vermelha, azul e verde — atingem simultaneamente o olho humano, elas causam sensações visuais que, curiosamente, não são iguais àquelas provocadas pelas luzes em separado.

luz vermelha + luz verde = sensação visual de amarelo
luz vermelha + luz azul = sensação visual de magenta
luz verde + luz azul = sensação visual de ciano

A sensação visual de amarelo, magenta ou ciano pode ser causada pela combinação de luzes de duas cores. (Representação esquemática.)



As cores primárias de luz são vermelha, verde e azul.

Nesses desenhos esquemáticos você percebe que a roupa branca do palhaço “muda” de cor conforme variam as condições de iluminação. Também pode ver que as três cores primárias juntas compõem a luz branca.

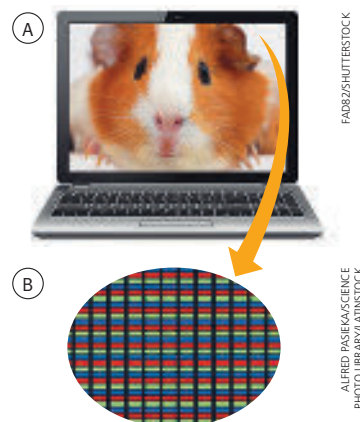


Tevê em cores e monitores de computador

Na tela de uma televisão em cores ou de um monitor de computador, consegue-se produzir grande quantidade de cores diferentes empregando-se apenas as três cores primárias de luz: vermelha, verde e azul. Essa tela é constituída por grande quantidade de pequenos filetes dessas três cores, intercalados. O aparelho funciona de modo que esses filetes emitam luz com maior ou menor intensidade e, dessa forma, componha as várias cores que podemos ver na tela.

Numa região em que os filetes das três cores estão totalmente acesos, vemos branco. Onde todos estão apagados, tem-se o preto. Se apenas os filetes vermelhos e verdes estiverem igualmente acesos, tem-se a sensação visual de amarelo. E assim por diante.

Examine bem de perto a tela de uma tevê colorida ou de um monitor de computador em funcionamento e você perceberá as pequenas estruturas com as cores primárias. **(NÃO fique olhando para a tela de perto por muito tempo para não prejudicar sua visão.)**



A. Em um monitor de computador, as diversas colorações são obtidas por meio da combinação das cores primárias de luz.

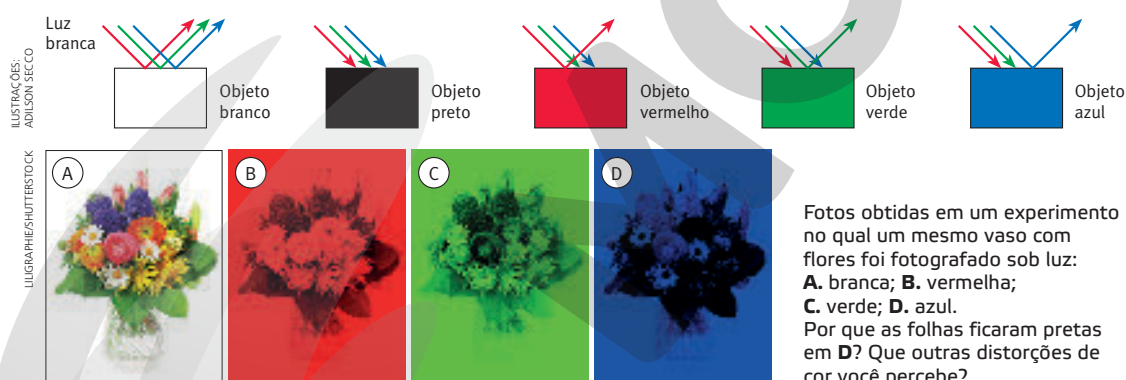
B. Detalhe muito ampliado dos elementos coloridos presentes na tela.

4 Cores primárias de luz e visão

A cor dos objetos

Quando a luz branca do Sol atinge um objeto branco, todas as componentes coloridas são refletidas, chegam aos olhos da pessoa e, portanto, o objeto é visto como branco. Porém, se um objeto **refletir apenas uma** das cores ou **apenas algumas** das cores presentes na luz branca, ele **será visto com a cor que reflete ou com a cor resultante da mistura das cores que reflete**. Um objeto parecerá vermelho se refletir apenas a luz vermelha. P parecerá azul se refletir apenas o azul. E assim por diante. Um objeto será visualizado como preto se absorver todas as componentes coloridas da luz branca.

Imagine que vários objetos — branco, preto, vermelho, verde e azul — sejam iluminados com uma luz branca formada pelas três cores primárias de luz: vermelha, verde e azul. Cada um deles será visto com a sua respectiva cor devido às componentes que reflete. O esquema abaixo mostra exatamente isso.



Fotos obtidas em um experimento no qual um mesmo vaso com flores foi fotografado sob luz:

A. branca; B. vermelha; C. verde; D. azul.

Por que as folhas ficaram pretas em D? Que outras distorções de cor você percebe?

De olho na BNCC!

• EF09CI04

“Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.”

A atividade proposta no *Trabalho em equipe* dessa página propicia o desenvolvimento dessa habilidade, que depende do arcabouço conceitual adquirido até esse ponto do capítulo.

Quanto a demonstrar que as três cores primárias de luz podem constituir as diversas cores, as atividades a seguir são enfaticamente recomendadas para o pleno desenvolvimento da habilidade.

Folhas de papel celofane de cores magenta (use o rosa), amarela e ciano (use o azul-claro) podem ser usadas para fazer a composição de cores. Distribua esses papéis aos estudantes, divididos em grupos, e deixe que investiguem possibilidades, com liberdade para sobrepor-las em diferentes combinações e olhar contra uma superfície branca bem iluminada. Como, às vezes, a cor do papel celofane é um pouco fraca, é conveniente dobrá-lo algumas vezes, a fim de aumentar a espessura e assegurar um melhor resultado.

Outra atividade (que pode ser implementada em parceria com Arte) requer qualquer aplicativo (programa) para computador, *tablet* ou celular que sirva para manipulação de fotos ou para desenho. Nesses programas, há **controles RGB** (*red, green, blue*; vermelho, verde e azul) por meio dos quais podemos especificar **quanto de cada luz primária** desejamos (em uma escala de 0 a 255 ou de 0 a 100%, depende do aplicativo) e observar na tela a cor da luz resultante.

Até editores de texto, planilhas eletrônicas e aplicativos de *slides* para apresentações têm esses controles de cor. Explorá-los é algo que geralmente fascina os estudantes!

Atividades

Após o item 4, o momento é adequado para os alunos fazerem os exercícios 1 a 4 do *Use o que aprendeu* e a atividade 1 do *Explore diferentes linguagens*.

Interdisciplinaridade

Em adição à sugestão apresentada na página anterior, ao comentar o desenvolvimento da habilidade EF09CI04, há outra possibilidade que pode ser implementada, em parceria com Arte, em escolas com laboratório de Informática.

A atividade requer um programa para manipulação de fotos e um professor de Ciências, Arte e/ou Informática familiarizado com ele.

Durante a atividade, os grupos de alunos devem ser orientados sobre como trabalhar uma foto a fim de eliminar dela uma, duas ou três das quatro cores usadas na impressão (magenta, ciano, amarela e preta).

Os resultados são similares aos que estão nas fotos do quadro *Em destaque* da próxima página. Contudo, muitas outras variações interessantes podem ser obtidas, por exemplo, mantendo duas ou três cores primárias.

Visando economizar recursos naturais, em vez de imprimir, as fotos podem ser salvas e postadas nos *blogs* de Ciências das equipes, para que todos os alunos vejam como ficaram.

Para a atividade, deve-se fornecer aos alunos a foto digital **no sistema CMYK** (cyan/magenta/yellow/key) e **não RGB** (red/green/blue), a fim de estar em harmonia com o resultado final pretendido.

Se não for possível realizar essa atividade na escola, fica valendo a sugestão feita aos estudantes no *Seu aprendizado não termina aqui*, ao final do capítulo.



No interior do olho humano há células especializadas para captar as cores primárias de luz. Essas células são denominadas cones.

A visão em cores

Dentro dos nossos olhos há células especializadas que captam a luz e enviam estímulos ao cérebro, que os interpreta, compondo as imagens e as cores dos objetos que vemos. Há dois tipos básicos dessas células: os **bastonetes** e os **cones**.

Os **bastonetes** não são capazes de distinguir cores, apenas a **claridade**. São células muito sensíveis e conseguem captar até mesmo pequenas quantidades de luz. São os bastonetes que nos permitem enxergar em locais pouco iluminados. Mas isso é feito sem distinguir direito as cores dos objetos.

Os **cones**, por outro lado, funcionam quando há claridade mais intensa. Existem três variedades dessas células: **cones sensíveis à luz vermelha**, **cones sensíveis à luz verde** e **cones sensíveis à luz azul**. Cada uma dessas variedades de cones consegue captar um tipo de cor primária de luz. É por isso que, com apenas essas três cores, é possível compor todas as outras cores que podemos perceber.

Daltonismo

Há pessoas que não possuem uma, ou mais, das três variedades de cones. Se nenhum dos três tipos estiver presente, a pessoa enxergará tudo em preto e branco. Mas se apenas os cones que captam uma ou duas das cores primárias estiverem faltando, então a pessoa enxergará cores, porém confundirá algumas delas.

Os casos mais frequentes de **cegueira às cores** ocorrem por falta dos cones que captam o vermelho ou dos que captam o verde. Tais distúrbios são conhecidos como **daltonismo**. Os indivíduos daltônicos não conseguem distinguir o verde do vermelho e vice-versa.

5 Cores primárias de corantes

Na infância é comum as crianças misturarem tintas e perceberem que, dessas misturas, resultam novas cores. Quando várias tintas de cores diferentes são misturadas, por exemplo, vermelha, azul e verde, obtém-se um marrom-escuro. Algumas páginas atrás, quando leu que a mistura das cores vermelha, azul e verde produz o branco, você pode ter ficado surpreso. Acontece que **estávamos discutindo luzes, não corantes**. Diversas cores de luzes provenientes de fontes luminosas, como uma tevê em cores ligada, podem ser produzidas a partir de três cores primárias de **luzes**: vermelha, verde e azul.

Quando, entretanto, falamos em cor de corantes, a coisa é um pouco diferente. As **cores primárias de corantes** são o magenta, o ciano e o amarelo.

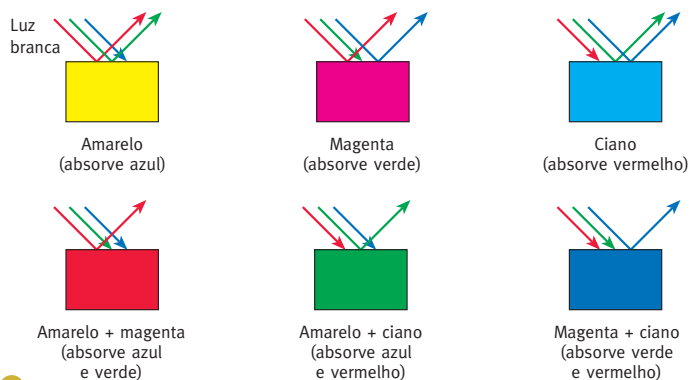


corante magenta + corante amarelo	=	sensação visual de vermelho
corante amarelo + corante ciano	=	sensação visual de verde
corante magenta + corante ciano	=	sensação visual de azul



Observando o esquema de misturas de corantes da página anterior, você percebe que, nessas misturas, foram obtidas as três cores primárias de luz. Como se explica isso?

Cada corante — amarelo, magenta e ciano — absorve uma determinada cor primária de luz, conforme o esquema abaixo mostra. Assim, a mistura de dois desses corantes absorve duas das cores primárias de luz e apenas uma é refletida.



Cada cor primária **de corante**, ao ser iluminada com as três cores primárias **de luz** (que formam a luz branca), absorve uma delas e reflete as outras duas.

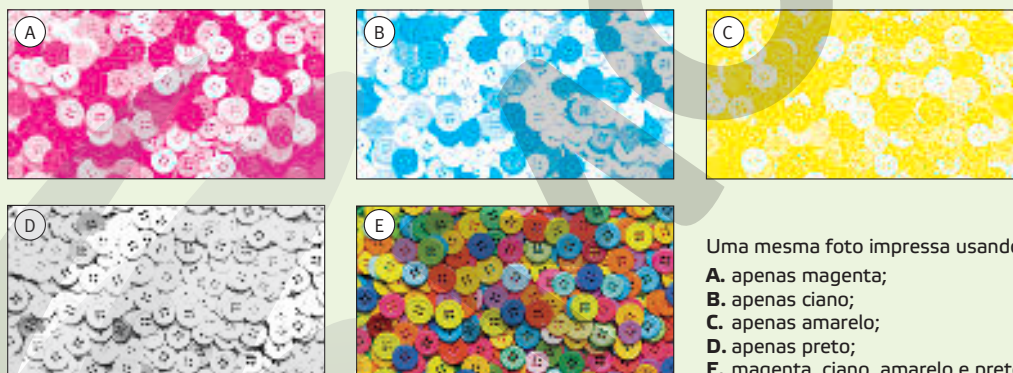
Misturando os corantes **magenta, amarelo e ciano**, em proporções variadas, pode-se obter uma infinidade de outras cores. Esse é o princípio usado na **impressão colorida em papel**.

Em destaque

A impressão de um livro colorido

Para imprimir um livro colorido, como este que você está lendo agora, são usadas quatro chapas. Três delas imprimem com tintas das cores primárias de corantes: **magenta, ciano e**

amarela. A quarta chapa imprime o **preto**, que é usado para a maior parte dos textos e também para garantir os tons mais escuros em fotos e ilustrações.



Uma mesma foto impressa usando:

- A. apenas magenta;
- B. apenas ciano;
- C. apenas amarelo;
- D. apenas preto;
- E. magenta, ciano, amarelo e preto.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

cores primárias de luz Conjunto de cores de luzes (vermelha, verde, azul) com as quais é possível reproduzir a sensação visual das demais cores.

daltonismo Distúrbio visual que impede que o indivíduo realize, parcial ou totalmente, a diferenciação de cores.

cores primárias de corantes Conjunto de cores de corantes (ciano, magenta, amarela) com as quais é possível reproduzir a sensação visual causada pelas demais cores.

Atividades

Ao final dessa página, proponha os exercícios 5 a 7 do *Use o que aprendeu* e as atividades 2 a 4 do *Explore diferentes linguagens*.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- cores primárias de luz
- daltonismo
- cores primárias de corantes

Aprofundamento ao professor

A explicação da iridescência é a **interferência destrutiva** das ondas refletidas pelas superfícies superior e inferior, defasadas em seu trajeto por causa da espessura da camada.

O fenômeno subtrai da luz refletida um ou mais comprimentos de onda, dependendo da espessura da camada.

A subtração de vermelho resulta **ciano**, a subtração de verde resulta **magenta** e a subtração de azul resulta **amarelo**.

Sobre a formação das bolhas de sabão e a iridescência que nelas é observada, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos "Como se formam as bolhas de sabão?" e "Por que as bolhas de sabão são coloridas?".

Item 6

O terceiro esquema (da esquerda para a direita) do final dessa página está representando a refração **regular** em uma superfície plana.

Em uma superfície irregular, por exemplo a da água de uma piscina quando está ventando, pode haver refração **difusa**.

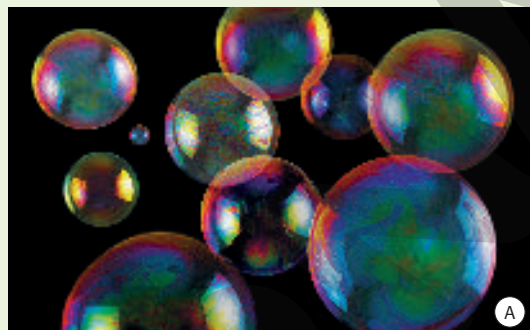
Em destaque

A cor das bolhas de sabão

Quando a luz branca incide em uma finíssima camada de material transparente, sendo simultaneamente refletida pelas superfícies superior e inferior dessa camada, verifica-se que a luz refletida pode ser colorida (se a camada for suficientemente fina). Esse acontecimento pode ser chamado de **iridescência**, e a cor da luz refletida depende da espessura da camada.

A iridescência pode ser observada nas bolhas de sabão, nas quais podemos ver diferentes cores, especialmente o magenta, o ciano e o amarelo. Quando a luz solar ilumina uma fina camada de óleo sobre o chão escuro molhado, também é possível observar cores produzidas pela iridescência. Alguns seres vivos, tais como os pavões e alguns peixes e borboletas, têm estruturas na parte externa do corpo (penas, películas etc.) que, por iridescência, são responsáveis por suas colorações.

A iridescência produz as cores que vemos nas bolhas de sabão (A) e em alguns seres vivos, como o besouro da foto (B).



VICTOR DESCHAMBERG/SCIENCE PHOTO LIBRARY/ISTOCK

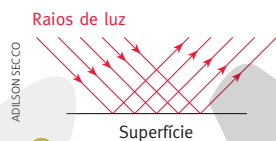


MICHAEL RICHARDSON/SHUTTERSTOCK

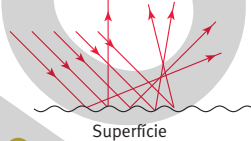
comprimento do besouro: 3 cm

6 Reflexão, refração e absorção

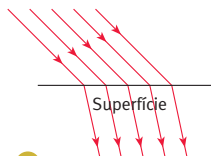
Quando os raios de luz atingem uma superfície, eles participam de três ocorrências, **reflexão**, **refração** e **absorção**, que podem ocorrer simultaneamente, dependendo do material e da superfície. A reflexão pode ser **regular** ou **difusa**.



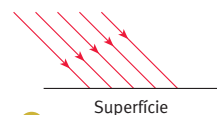
Reflexão regular — ocorre nas superfícies muito lisas, como, por exemplo, espelhos, superfície de água parada, vidros. Esse acontecimento permite que vejamos, com nitidez, imagens refletidas nessas superfícies.



Reflexão difusa — ocorre nas superfícies não totalmente lisas, como paredes, pele, papel comum etc. Esse tipo de reflexão não permite ver imagens refletidas, mas é o responsável por enxergarmos os objetos iluminados.



Refração — é uma mudança na direção dos raios de luz que ocorre quando a luz, incidindo de modo não perpendicular a uma superfície, passa de um material transparente para outro material também transparente, por exemplo, quando ela passa do ar para a água.



Absorção — nesse acontecimento, os raios de luz deixam de existir, ou seja, não são refletidos nem refratados. Como visto neste capítulo, a absorção possibilita explicar a cor dos objetos iluminados.

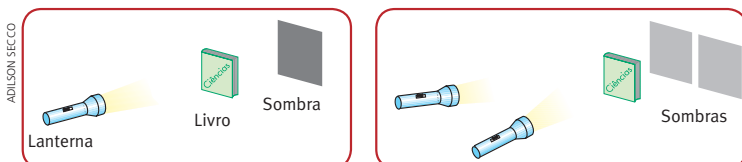
Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- reflexão da luz
- refração da luz
- absorção da luz

MOTIVAÇÃO

Com uma lanterna acesa, em uma sala escura, você consegue projetar na parede a sombra de um livro. Com duas lanternas acesas, corretamente posicionadas, é possível projetar duas sombras desse mesmo livro.

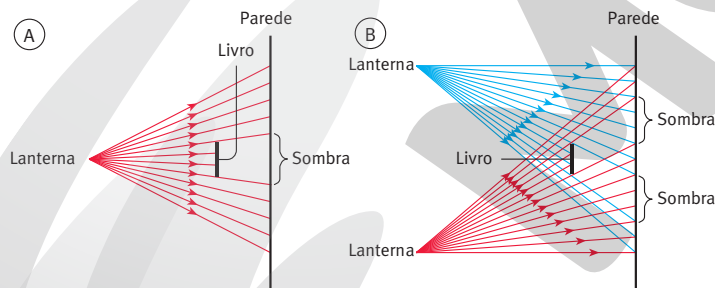


Neste capítulo, vimos que a luz se propaga em **linha reta** e que esse fato pode ser representado por meio de **raios de luz**. Usando o conceito de raio de luz, como podemos explicar a formação das sombras?

DESENVOLVIMENTO DO TEMA**7 A formação das sombras**

Nos experimentos acima, os raios de luz provenientes da lanterna acesa se propagam em linha reta. Alguns deles atingem a parede e, por reflexão difusa, espalham-se na sala em todas as direções. De qualquer ponto da sala conseguimos ver a parede iluminada, porque os raios refletidos chegam aos nossos olhos.

Outros raios de luz vindos da lanterna atingem o livro e são refletidos difusamente por ele, sendo impedidos de chegar à parede. Na região da parede que não recebe luz direta da lanterna, tem-se a **sombra** do livro. Usando duas lanternas acesas, serão projetadas duas sombras do livro.



A. Uma lanterna projeta uma sombra do livro na parede.

B. Duas lanternas projetam duas sombras do livro.

(Representações esquemáticas. As linhas vermelhas e azuis representam raios de luz provenientes das lanternas.)

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

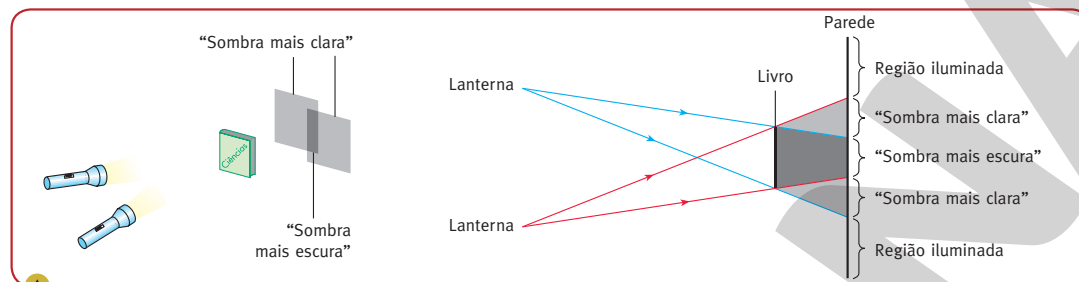
reflexão da luz Retorno dos raios de luz (geralmente em outra direção) após incidirem sobre uma superfície.

refração da luz Fenômeno em que raios de luz têm sua direção alterada ao passar de um meio para outro, quando incidem não perpendicularmente à superfície que separa esses meios.

absorção da luz Fenômeno em que os raios de luz, ao atingirem um material, deixam de existir.

Sombra e penumbra

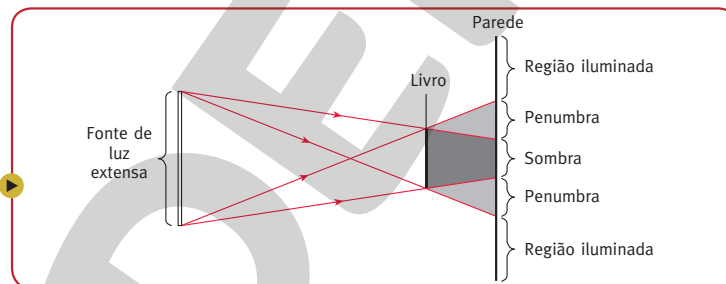
Dependendo da posição das duas lanternas, pode haver sobreposição de parte das sombras. A parte sobreposta é uma “sombra mais escura”, e a parte não sobreposta é uma “sombra mais clara”.



(Representações esquemáticas. As linhas azuis e vermelhas representam raios de luz provenientes das lanternas.)

Se, em vez das duas lanternas do esquema acima, for utilizada uma fonte de luz extensa – uma lâmpada fluorescente em forma de tubo, por exemplo –, será projetada na parede uma grande “sombra”, que tem uma região mais escura e outra mais clara. Nesse caso, os cientistas chamam a parte mais escura de **sombra**, e a parte mais clara de **penumbra**, como mostra o esquema abaixo.

(Representação esquemática. As linhas vermelhas representam raios de luz provenientes das extremidades da fonte extensa de luz.)



MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- ▶ Investigar imagens formadas em espelhos planos.

Você vai precisar de:

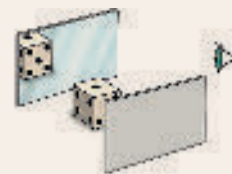
- um dado
- uma mesa

- dois espelhos planos pequenos

(Manuseie-os com cuidado, pois podem se quebrar e você pode se cortar.)

Procedimento

1. Segure os espelhos sobre a mesa, a cerca de 10 centímetros de distância, com as faces voltadas uma para a outra, de modo que o dado fique posicionado entre os espelhos, como mostra a figura ao lado.
2. Observe as imagens produzidas em ambos os espelhos. Quais faces do dado são visíveis em cada espelho? Que conclusões você pode tirar disso?



DESENVOLVIMENTO DO TEMA

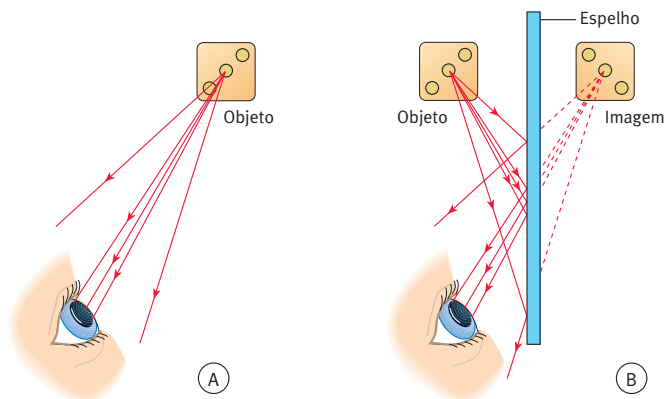
8 Imagens em espelhos planos

Por que um espelho permite que vejamos a imagem dos objetos?

A explicação está ligada à **reflexão regular da luz**, que acontece em superfícies muito lisas e polidas, tais como um espelho, uma bandeja de prata ou de aço inoxidável, um vidro de janela ou a superfície de água parada.

Quando os raios de luz sofrem reflexão regular num espelho plano e atingem os nossos olhos, não conseguimos perceber que esses raios foram refletidos na superfície. Temos a impressão de que eles vieram de dentro do espelho, exatamente da posição em que vemos a imagem. O esquema abaixo irá ajudá-lo a entender isso melhor.

ADILSON SECCO



ALPIX BY IMAGE SOURCES/HUTTERSTOCK

Ver imagens em espelhos planos faz parte do cotidiano.

- A. O olho vê um objeto por causa dos raios de luz que provêm dele (por reflexão difusa da luz ambiente).
- B. O olho vê a imagem de um objeto no espelho porque os raios de luz que provêm do objeto sofrem reflexão regular no espelho.

(Representações esquemáticas fora de proporção. As linhas vermelhas contínuas indicam raios de luz e as linhas vermelhas tracejadas, o prolongamento dos raios refletidos no espelho.)

Fonte: J. D. Cutnell e K. W. Johnson. *Physics*. 9. ed. Hoboken: John Wiley, 2012. p. 770.

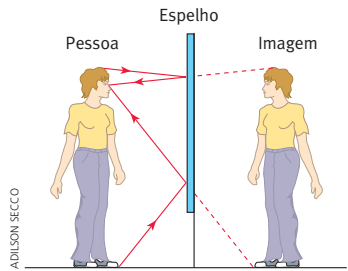


PALE ZUPPANPULSAR IMAGENS

Na superfície calma da água parada pode ocorrer a reflexão regular da luz e a formação de imagens. (Será que a foto não está de cabeça para baixo?) (Juazeiro, BA, 2008.)

Atividades

Após a análise da foto do cachorro, é adequado sugerir que os alunos trabalhem as atividades 5 a 10 do *Explore diferentes linguagens*.



Fonte: J. D. Cutnell e K. W. Johnson. *Physics*. 9. ed. Hoboken: John Wiley, 2012. p. 771.

Reversão de imagens

Quando nos olhamos num espelho, conseguimos ver uma imagem do nosso corpo porque os raios de luz que são refletidos (reflexão difusa) por nosso corpo chegam até a superfície do espelho, sofrem reflexão regular e chegam aos nossos olhos. O esquema ao lado ilustra esse acontecimento.

Você já percebeu que, quando olhamos no espelho, parece que as partes direita e esquerda de nosso corpo foram “trocadas” de lugar? E isso vale não apenas para o nosso corpo, mas para qualquer objeto refletido no espelho. Em linguagem científica, dizemos que o espelho provoca a **reversão das imagens**, ou seja, ele “troca” a direita e a esquerda de lugar. Observe as duas fotos abaixo e note a reversão.

- A. Um cão dálmata, tal como o vemos.
 - B. O mesmo cão, tal como ele seria visto num espelho plano.
- Compare a área ao redor dos olhos em ambas as fotos e comprove a reversão da imagem provocada pelo espelho. Tente encontrar outras evidências da reversão nestas fotos.



Em destaque

Fibras ópticas

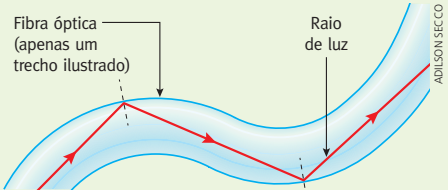
Se a luz se propaga em linha reta, então como ela pode passar por dentro de uma fibra óptica toda enrolada e sair do outro lado?

As fibras ópticas são fios finos de um vidro dotado de certa flexibilidade. O raio de luz que entra por uma das extremidades propaga-se em linha reta e, a cada vez que atinge a superfície lateral da fibra, é refletido de volta para o seu interior. Dessa forma, sofrendo reflexões sucessivas, o raio atinge a outra extremidade e sai por ela.

Uma das aplicações mais importantes das fibras ópticas é em redes de comunicação. Trafegando pelas fibras, a luz transmite informações, como uma corrente elétrica transmite informações em um cabo telefônico metálico. Fibras ópticas também são usadas em instrumentos que, introduzidos nos pacientes, permitem aos médicos visualizarem partes internas do organismo, o que é útil em diagnósticos e cirurgias.



Fibras ópticas.



Fonte do esquema: H. D. Young e R. A. Freedman. *University Physics*. 14. ed. Harlow: Pearson, 2016. p. 1.088.

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

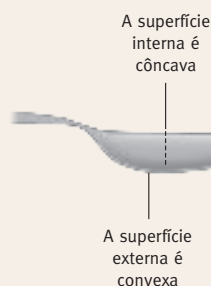
- Investigar a formação de imagens em espelho côncavo e em espelho convexo.

Você vai precisar de:

- clipe para papel
- uma colher de metal limpa, polida e que não esteja muito riscada

Procedimento

1. Segure a colher pelo cabo com a **superfície convexa** voltada para você e estique o braço. Observe a imagem do seu rosto. Aproxime a colher de seu rosto, gradualmente, e continue observando a imagem. A imagem é maior ou menor que seu rosto? Ela está de cabeça para baixo?
2. Estique novamente o braço, mas vire a **superfície côncava** da colher para você. E agora, a imagem é maior ou menor que seu rosto? Ela está de cabeça para baixo?
3. Aproxime a colher do seu rosto e perceba se a imagem ainda pode ser vista com nitidez.
4. Aproxime o clipe da superfície côncava da colher e observe a imagem desse clipe. A imagem é maior ou menor que o clipe? Ela está de cabeça para baixo?



PAULO MANZI

Motivação

Com a correta realização do que é proposto, os alunos poderão constatar, nos itens do procedimento, que:

1. A imagem do rosto é **menor** do que ele e **direita**.
2. A imagem do rosto é **menor** do que ele e **invertida**.
3. A imagem não é visualizada com nitidez.
4. A imagem do clipe é **maior** do que ele e **direita**.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

9 Imagens em espelhos convexos

O lado convexo da colher exemplifica um **espelho convexo**. Espelhos desse tipo fornecem, como você pôde verificar, uma **imagem direita** (isto é, que não está de cabeça para baixo) e **menor** que o objeto.

Como fornecem imagens reduzidas, os espelhos convexos permitem visualizar uma região maior do que a que seria visualizada num espelho plano de mesmo tamanho. Portanto, comparando um espelho plano e um espelho convexo de tamanhos iguais, o convexo oferece **maior campo de visão**. E isso você pode comprovar com o auxílio da colher.

10 Imagens em espelhos côncavos

O lado côncavo da colher ilustra as propriedades de um **espelho côncavo**. Espelhos desse tipo fornecem uma imagem com características que dependem de o objeto estar próximo ou distante do espelho.

Tema para pesquisa

Os espelhos são normalmente feitos de vidro com uma fina camada de prata depositada numa das faces.

Como a prata é um metal muito brilhante e de difícil oxidação, os espelhos têm grande durabilidade.

Porém, se o espelho for exposto a uma atmosfera com compostos de enxofre, pode escurecer com o tempo. Isso se deve à oxidação da prata, que se transforma em sulfeto de prata (Ag_2S), que é uma substância de cor preta.

Atividades

Após as três fotos dessa página, os estudantes já têm condições de fazer as atividades 11 a 14 do *Explore diferentes linguagens*.



ATIVIDADE

Tema para pesquisa

De que materiais são feitos os espelhos?

CHINA PHOTOS/GETTY IMAGES NEWS/GETTY IMAGES



Uma bola de natal espelhada é um espelho convexo. Reduz as imagens e mostra uma cena de forma mais ampla que um espelho plano.

JOSH SOMMERS/MOMENT/GETTY IMAGES



Uma chaleira como esta também é um espelho convexo. A imagem vista é direita e menor que o objeto.

GLADKOVA SVETLANA/SHUTTERSTOCK



Os espelhos côncavos ampliam imagens de objetos próximos. Por isso, muitos espelhos para maquiagem são côncavos.

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

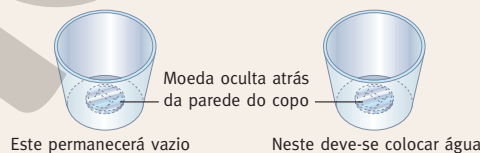
- Evidenciar a refração da luz.

Você vai precisar de:

- dois copos iguais de paredes opacas
- duas moedas iguais
- água

Procedimento

1. Coloque os copos sobre uma mesa, lado a lado, e uma moeda no fundo de cada um.
2. Feche um olho e posicione-se de modo que, com o olho aberto, você consiga olhar para dentro dos copos, mas sem ver as moedas, como mostra a figura abaixo.



ADILSON SECCO

3. Mantenha-se como descrito no item 2 deste procedimento, coloque água em um dos copos e observe o que acontece. O copo em que você não coloca água serve apenas para comparação. Procure explicar o que aconteceu.

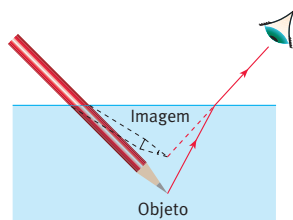
DESENVOLVIMENTO DO TEMA

11 Refração da luz

No experimento, você não consegue inicialmente ver as moedas porque elas estão ocultas atrás da parede do copo. Como essa parede é opaca, os raios de luz provenientes das moedas (por reflexão difusa) não a atravessam.

Quando a água é colocada num dos copos, os raios de luz provenientes daquela moeda sofrem **refração** ao passar da água para o ar. Por causa da refração, esses raios de luz agora podem chegar aos seus olhos e você consegue ver a imagem da moeda. Os esquemas ao lado esclarecem isso.

Na foto na lateral você vê um lápis parcialmente mergulhado em água. Ele aparenta estar torto. Na realidade, isso é apenas uma ilusão, que ocorre por causa da refração dos raios de luz ao passarem da água para o ar. A figura abaixo esquematiza isso.



Por causa da refração, tem-se a impressão de que a parte submersa do lápis está torta.

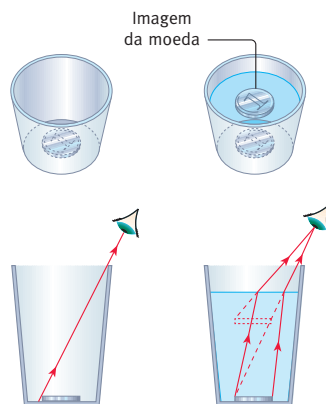
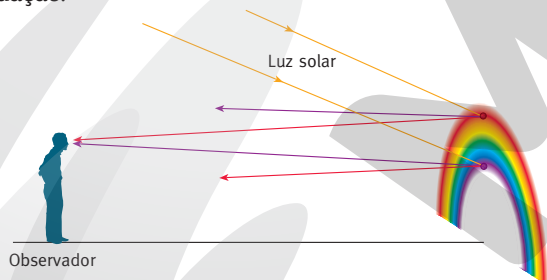
Fonte: J. S. Walker. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 932.

Por causa da refração, as imagens de objetos submersos sofrem distorções. Uma piscina, por exemplo, aparenta ser mais rasa do que realmente é.

A refração e o arco-íris

Quando os raios de luz solar entram numa gota, sofrem **refração**. Dentro da gota, sofrem **reflexão** e, ao sair, novamente **refração**. Após isso tudo, como mostra o esquema na lateral, as componentes da luz branca estão separadas.

As gotas de água de cada região circular do **arco-íris** enviam luzes de cores diferentes até os olhos de um observador, e, por isso, cada arco aparenta ser de uma cor. O esquema abaixo representa essa situação.



Quando mergulhamos parte de um lápis em água, ele aparenta estar torto. Por quê?



Cada um dos arcos coloridos do arco-íris envia aos olhos de um observador luz de uma cor diferente. Por isso, cada arco aparenta ser de uma cor. (Representação esquemática.)

Fonte dos esquemas acima e ao lado: J. S. Walker. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 943.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Atividades

Antes de começar o subitem A refração e o arco-íris, o momento é oportuno para que os estudantes realizem as atividades 15 a 17 do *Explore diferentes linguagens*.

Respostas do Use o que aprendeu

- a) Não, pois a sensação visual de luz branca é resultado da combinação das três cores primárias de luz: a vermelha, a verde e a azul.

b) Sim, porque a sensação visual de luz amarela pode ser obtida com a combinação de luzes com as cores primárias vermelha e verde.
- a) A cor vermelha e a cor azul.

b) A cor verde.
- Espera-se que os alunos não concordem com a afirmação. Se a clorofila – que tem por papel absorver a luz usada no processo de fotossíntese – tem cor verde, é porque ela reflete a luz verde. Assim, não é a componente verde da luz branca que é usada pela planta para fazer a fotossíntese.
- A cor com que vemos os objetos coloridos pode mudar dependendo da luz que os ilumina. Provavelmente foi isto que aconteceu: na loja as roupas pareciam de uma certa cor, mas sob a luz solar verificou-se que a cor é diferente da que foi percebida sob as condições de iluminação da loja (talvez fosse uma luz azulada, ou avermelhada etc.).

Em destaque

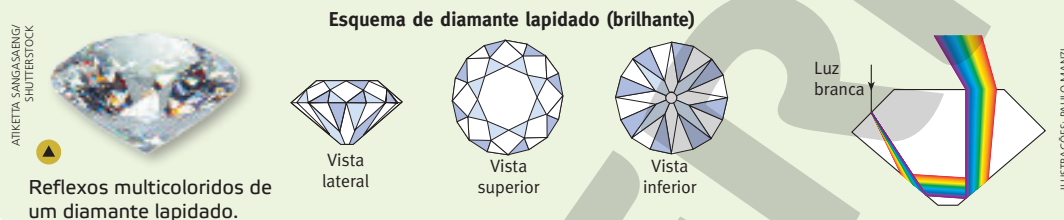
O arco-íris nos diamantes

Os diamantes são pedras preciosas transparentes que podem ser encontrados em algumas jazidas naturais.

Antes de serem usados em joias, os diamantes passam pelo processo de **lapidação**, no qual se cortam as laterais da pedra, deixando-a com um formato mais regular e bonito. Após a lapidação, além de se tornarem mais estéticos, os diamantes passam a produzir reflexos multicoloridos com as cores do arco-íris. Por que será?

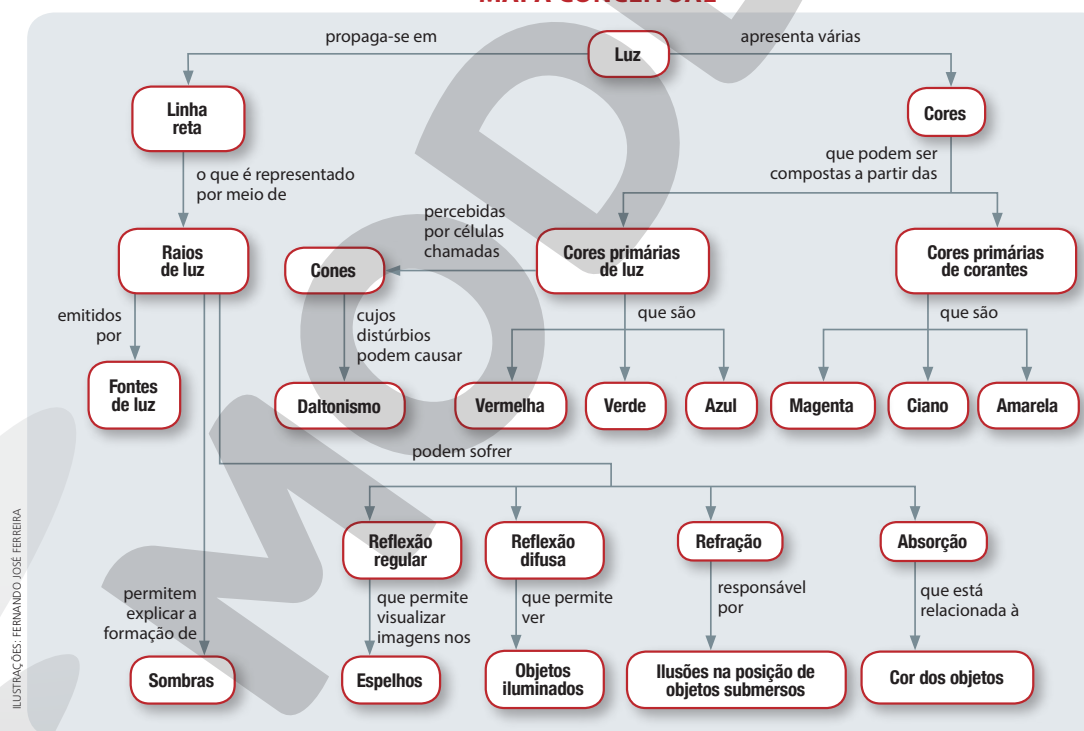
A lapidação faz com que o diamante passe a ter muitas faces, que atuam como as faces de um prisma. Lembre-se, do item 2, de que um prisma de vidro permite **decompor a luz branca**.

A luz branca que entra no diamante sofre decomposição e as cores do arco-íris podem ser vistas na luz refletida por ele. O esquema abaixo, à direita, ilustra como ocorre esse processo. Em joalheria, após a lapidação, os diamantes passam a ser denominados **brilhantes**.



ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL



Material digital

Consulte a **Proposta de acompanhamento de aprendizagem** disponível para o bimestre; ela traz material para verificação do domínio dos objetivos e das habilidades propostas para o período.



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

1. Uma tevê em cores tem um defeito de fabricação e não possui, na sua tela, os filetes azuis. Só tem os vermelhos e os verdes.
 - a) É possível obter a cor branca na tela? Por quê?
 - b) É possível obter a cor amarela na tela? Por quê?
2. As plantas têm folhas verdes, em sua grande maioria, devido ao corante natural denominado **clorofila**.



- a) Qual(is) das cores primárias de luz a clorofila absorve?
- b) Qual(is) das cores primárias de luz a clorofila reflete?

3. Uma pessoa disse que, "já que as plantas têm folhas verdes, elas dependem da luz verde para fazer a fotossíntese".
Com base em sua resposta às perguntas da atividade anterior, comente a afirmação.

Diga se concorda ou não com a pessoa e justifique.

4. Em uma loja de roupas, uma pessoa provou uma calça e uma camisa. Achou que as cores combinavam e resolveu comprá-las. Porém, na primeira vez em que as usou, percebeu que, ao sol, as cores pareciam diferentes de quando comprou e que elas não combinavam. Proponha uma explicação para isso.
5. As **cores primárias de luz** são iguais às **cores primárias de corantes**? Explique.
6. Você deseja pintar uma porta de **verde** e uma grade de **vermelho**, mas dispõe de tintas das cores **magenta**, **ciano** e **amarela**. É possível obter as cores desejadas? Como?
7. As impressoras jato de tinta utilizam as cores magenta, ciano, amarela e preta para imprimir fotos coloridas. Mas algumas impressoras mais antigas só utilizavam as tintas magenta, ciano e amarela. Que diferença na qualidade você pode esperar ao comparar a impressão de fotos coloridas feita pelos dois tipos de máquina?



ATIVIDADE

Tema para pesquisa

Há uma avançada tecnologia envolvida na produção dos corantes que representa um importante setor produtivo industrial. Quais as aplicações dos corantes industriais?

5. Não. As cores primárias de luz são **vermelha**, **verde** e **azul**.

Já as cores primárias de corante são **magenta**, **ciano** e **amarela**. O corante magenta reflete vermelho e azul. O ciano reflete verde e azul. E o amarelo reflete vermelho e verde.

6. O verde pode ser obtido pela mistura dos corantes ciano e amarelo. E o vermelho pode ser obtido pela mistura de magenta e amarelo.
7. As fotos impressas na impressora que não usa o preto não terão as tonalidades mais escuras reproduzidas com qualidade.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. a) Sob luz vermelha, espera-se que apenas o peixe seja visto com sua cor inalterada. Os outros elementos ficarão escuros.
- b) Sob luz verde, espera-se que apenas as folhas sejam vistas com sua cor inalterada. Os outros elementos ficarão escuros.
- c) Sob luz azul, espera-se que apenas as pedras sejam vistas com sua cor inalterada. Os outros elementos ficarão escuros.



ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

FOTOGRAFIA

1. Observe a foto ao lado, de um peixe vermelho num aquário com folhas verdes e pedras azuis. Ignore o ornamento marrom. Considere o **peixe**, as **folhas** e as **pedras**. Como seriam vistos se a cena não tivesse sido fotografada sob luz branca, mas sim sob:
 - a) luz vermelha?
 - b) luz verde?
 - c) luz azul?



2. Essa atividade possibilita o levantamento de hipóteses e sua discussão.

A explicação é a seguinte: o papel celofane azul é visto com essa cor porque, quando a luz branca o atinge, **apenas a componente azul o atravessa** e chega aos olhos de um observador que, portanto, vê esse papel como azul.

A folha de papel do livro reflete todas as componentes da luz branca, inclusive o azul. Quando a luz refletida pelo papel atinge o celofane, apenas a componente azul o atravessa. É por isso que o papel branco, visto pelo celofane, parece azul.

Já o texto que está no quadro, impresso com tinta amarela, não reflete a componente azul da luz branca (lembre-se de que o corante amarelo absorve a cor azul). Quando a luz refletida pelas letras amarelas (na qual não há a componente azul) chega ao celofane, todas as componentes dessa luz são absorvidas e nenhuma o atravessa (pois não há componente azul). É por isso que as letras amarelas parecem escuras quando vistas através do celofane azul! (Dobrar o papel celofane ao meio pode facilitar a visualização.)

3. Esse é outro desafio aos alunos, e o importante é a discussão das explicações propostas por eles.

Ao olhar para o papel branco, depois de fixar o olhar na faixa central do desenho por cerca de um minuto, temos a impressão de estar vendo a bandeira brasileira. Por quê?

Ao olhar por tempo prolongado para o desenho, os cones ficam saturados ("cansados") de certas cores e deixam de captá-las por certo de tempo.

Por exemplo, o amarelo do desenho faz os cones receptores do vermelho e do verde ficarem saturados, mas os azuis não.

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO: CORES PRIMÁRIAS

2. Coloque um pedaço de papel celofane azul sobre o quadro abaixo. O que você nota ao fazer isso? Tente explicar a mudança que se observa.

Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela.
Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela.
Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela.
Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela.
Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela.
Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?
Este texto está impresso em letras miúdas e com tinta amarela.
Mas você o lê com maior facilidade através do celofane azul. Por que será?

ADILSON SECCO

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO: VISÃO

3. Peça a alguém que marque um minuto no relógio.

Durante esse minuto fixe seu olhar na faixa preta do desenho abaixo. Imediatamente após isso,

olhe para uma folha branca de papel. O que você vê no papel branco? Discuta com seus colegas uma possível explicação. Apresentem a conclusão ao professor e debatam-na com ele.



ADILSON SECCO

TRECHO DE FILME

4. A luz emitida pelo Sol leva cerca de 8 minutos para chegar à Terra. Suponha que, em um filme de ficção científica, seres extraterrestres conseguissem fazer com que o Sol, subitamente, deixasse de emitir luz. Imagine um indivíduo, na Terra, 12 horas após esse evento. Ele conseguiria enxergar:

- a) a Lua?
- b) as estrelas?
- c) os planetas do Sistema Solar? Justifique suas respostas.

Quando olhamos para o papel branco, os cones que captam o azul estão "funcionando melhor" do que os que captam o vermelho ou o verde. Nessa região temos, portanto, a impressão de ver o azul.

De maneira análoga, cada cor do desenho produz uma *pós-imagem* de uma cor diferente, oposta a ela. Essa cor oposta equivale a luz branca subtraída da cor da qual o olho se "cansou". Em Arte essa cor "oposta" é denominada *cor complementar*.

FOTOGRAFIA

5. Neste capítulo, no item 8, existe a fotografia de uma paisagem que se reflete regularmente na superfície da água.

Proponha uma explicação para o fato de, no caso da foto ao lado, a imagem não ser perfeitamente visualizada na superfície da água.

Açude Velho, Campina Grande, PB, 2011.



JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO

6. Coloque esta página na frente de um espelho, observe as imagens das seguintes palavras e registre em seu caderno como são essas imagens.

COR UVA OVO AMA

Quais dessas palavras fornecem imagens iguais às próprias palavras? Você consegue explicar por que algumas palavras fornecem uma imagem no espelho que é diferente de si e outras fornecem uma imagem que é igual?

FOTOGRAFIA

7. Na frente de ambulâncias é comum encontrarmos a palavra AMBULÂNCIA escrita de modo **revertido**, como na foto ao lado.

Qual deve ser a finalidade de escrever dessa forma?

Note que a palavra AMBULÂNCIA está escrita de modo revertido.



CESAR DINIZ/PULSAR IMAGENS

PREVISÃO

8. Sem usar um espelho, faça uma previsão de quais das letras do quadro ao lado têm imagem no espelho igual a si mesma e quais têm imagem diferente.

A seguir, use um espelho para confirmar sua resposta.

M V O A G S R U N T

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADO

9. Escreva as seguintes palavras em uma folha de papel, com caneta de tinta bem visível e com letras maiúsculas (em letra de forma).

ESTUDAR CIÊNCIAS

Coloque a folha na frente do espelho e observe a imagem dessas palavras. A seguir, observe essas palavras olhando a folha de papel contra a luz, pelo verso. Que conclusão você tira disso?

6. Apenas **OVO** e **AMA** fornecem imagem igual à própria palavra. Uma palavra que é simétrica em relação a uma linha que a divide ao meio, como mostrado a seguir, produz imagem igual a si.

COR

Palavra **assimétrica** em relação a essa linha tracejada

UVA

Palavra **assimétrica** em relação a essa linha tracejada

OVO

Palavra **simétrica** em relação a essa linha tracejada

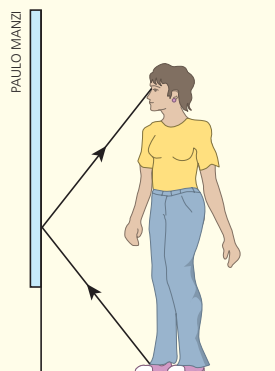
AMA

Palavra **simétrica** em relação a essa linha tracejada

7. Espera-se que os alunos concluam que a inscrição revertida é para que os motoristas possam ler corretamente no espelho retrovisor a palavra AMBULÂNCIA (e abrir caminho caso ela esteja com as luzes piscando e a sirene ligada). Professor, sugira aos alunos que **olhem pelo espelho** a foto da ambulância que aparece, no livro, ao lado da atividade.
8. Usando a conclusão da atividade 6, só as letras que forem simétricas com relação a uma linha vertical que as divide ao meio fornecerão imagem igual a si. Das letras mencionadas na atividade, fornecem imagem no espelho igual a si apenas **M, V, O, A, U, T**.
9. Espera-se que os alunos concluam que em ambos os casos – vista ao espelho ou olhando pelo verso do papel, contra a luz – as palavras são vistas de modo revertido.

4. a) Não, pois a Lua não emite luz própria. (Ela só é vista porque reflete parte da luz solar que incide nela.)
b) Sim, pois as estrelas emitem luz própria.
c) Não, pois os planetas não emitem luz própria.
5. Espera-se que os alunos proponham que a água não estava totalmente parada e, como consequência disso, sua superfície não estava plana, o que fez a reflexão da imagem não ser totalmente regular.

10. Ela consegue ver seus pés do jeito que o espelho está, pois os raios de luz provenientes (por reflexão difusa) de seus pés refletem (por reflexão regular) no espelho e atingem seus olhos, conforme o esquema:



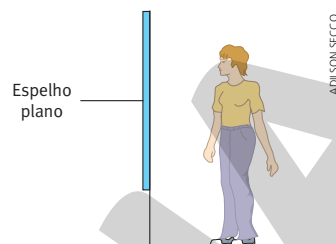
11. a) Convexo.
b) Com a mão esquerda (é a mão que aparece fora da esfera!).
c) A imagem refletida é menor.
12. a) Para permitir que os funcionários tenham uma visão ampla do que está acontecendo na loja.
b) Para dar ao motorista que está saindo da garagem uma visão ampla do que acontece na rua.

Professor, em ambos os casos aproveita-se a propriedade que os espelhos convexos têm de **aumentar o campo visual**. Ao resolver essa atividade e as duas seguintes, aproveite as conclusões do experimento feito com a colher.

13. Deve ser um espelho convexo, pois esse tipo fornece uma imagem direita e menor do que os objetos. Como a imagem é menor do que o objeto, temos a impressão de que o objeto está mais distante do que se fosse visto em um espelho plano. Daí o alerta de segurança que está na inscrição citada.

ESQUEMA

10. A jovem do esquema ao lado está diante de um espelho plano preso à parede. Ela consegue ver seus pés no espelho ou, para isso, o espelho teria que ser estendido até o chão? Justifique sua resposta com um desenho esquemático, em seu caderno, que inclua um raio de luz.



GRAVURA

11. O artista holandês Maurits Cornelis Escher (1898-1972) elaborou muitas ilustrações com impressões visuais. Uma de suas obras é a que aparece ao lado, feita em 1935, na qual ele retrata a si mesmo refletido em uma esfera espelhada.
- a) A esfera da gravura atua como espelho **côncavo** ou **convexo**?
b) Na gravura, com qual das mãos Escher está segurando a esfera?
c) A imagem da sala de Escher, refletida pela esfera, é maior, igual ou menor do que a sala propriamente dita?

Hand with reflecting sphere, litografia de Maurits Cornelis Escher, 1935.



M.C. ESCHER, "HAND WITH REFLECTING SPHERE" © 2017 THE M.C. ESCHER FOUNDATION. ALL RIGHTS RESERVED. THE GEMERLE MUSEUM THE HAGUE, THE NETHERLANDS

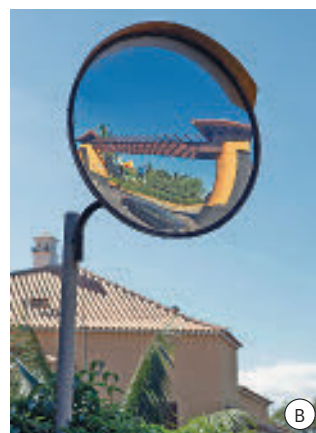
FOTOGRAFIA

12. Às vezes encontramos espelhos **convexos** pendurados:
- a) nas paredes do interior de lojas e de supermercados;
b) em postes, na saída de garagens.
- Para que eles são colocados nesses locais?

- A. Espelho convexo em estabelecimento comercial.
B. Espelho convexo em saída de garagem.



SCIENCEPHOTOSALAMY/GETTY IMAGES



RADHARC IMAGES/SALAMY/GETTY IMAGES

AVISO

13. Em alguns automóveis, o espelho retrovisor do lado direito traz a inscrição: "Cuidado, os objetos estão mais próximos do que parecem estar". O espelho em questão deve ser **plano**, **côncavo** ou **convexo**? Justifique.

14. Deve ser côncavo. Espelhos côncavos fornecem imagens ampliadas de objetos próximos.
15. Devido à refração da luz, tem-se a impressão de o peixe estar num lugar um pouco diferente de onde ele realmente está.

DEDUÇÃO

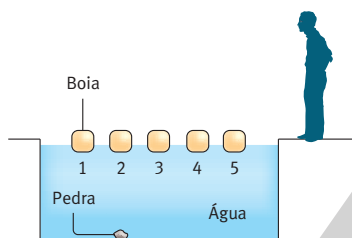
14. Os dentistas possuem, entre outros, um instrumento de trabalho que consiste num pequeno espelho preso a um cabo. Esse espelho permite ver, de modo **ampliado**, a imagem dos dentes. O espelho em questão deve ser **plano**, **côncavo** ou **convexo**? Justifique.

TRECHO DE DOCUMENTÁRIO

15. Trecho de um documentário: “Os índios que pescam com lança, em águas rasas, se acostumam a jogá-la numa posição ligeiramente diferente de onde o peixe parece estar. Eles aprendem que, se a lança for jogada exatamente onde o peixe parece estar, a pescaria pode não ter sucesso”. Explique por quê.

ESQUEMA

16. Um jovem está na beirada da piscina, observando a pedra que está no fundo. A água está parada e há uma boia flutuando nela. Em qual das posições — 1, 2, 3, 4 ou 5 — a boia obstruiria a visão da pedra? Justifique com um desenho esquemático que inclua um raio de luz.



ESQUEMA

17. Em dias ensolarados, pode-se ver, no fundo das piscinas, uma série de áreas mais claras do que outras, que parecem “dançar” à medida que a superfície da água balança. Veja a foto ao lado.
- O esquema que aparece ao lado da foto está relacionado à explicação para a formação dessas áreas mais claras.



- a) Como se chama o desvio que ocorre na direção de propagação de um raio de luz quando esse raio passa do ar para a água?
- b) Baseando-se no desenho, redija um pequeno texto (um parágrafo ou dois) explicando como se formam as áreas mais claras no fundo da piscina.

Seu aprendizado não termina aqui

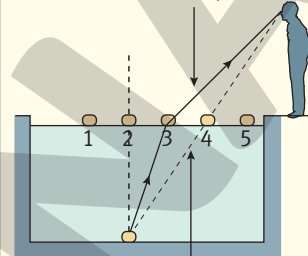
Vários programas de computador para desenhar ou editar fotos possuem controles em que o usuário pode compor cores seja em RGB (*red, green, blue*; sistema de cores primárias de luz usado para mostrar imagens em monitores e tevês) ou em CMYK (sistema

usado para impressão com as cores primárias de corantes, ciano, magenta, amarelo e preto).

Se você tiver acesso a algum desses programas, explore os controles e tente compor diferentes cores utilizando cada um desses sistemas.

Perceba, neste esquema, que o uso de uma régua para analisar a figura da atividade facilita a resolução:

Trajetória que os raios de luz provenientes da pedra (por reflexão difusa) seguiriam para chegar ao olho da pessoa



Por causa da refração, os raios de luz não chegam ao olho do observador em uma única linha reta

PAULO MANZI

17. a) Refração.

- b) Os raios de luz solar sofrem refração ao passar do ar para a água. Como a superfície da água não é plana, os raios de luz refratada são direcionados para diferentes regiões do fundo da piscina.

Algumas regiões do fundo recebem maior quantidade de luz do que outras e, por isso, ficam mais claras.

Podemos ver, na foto, que os azulejos estão ampliados quando observados através das áreas convexas da superfície da água da piscina. É como se cada região curva na superfície da água atuasse como uma lente, provocando a convergência dos raios de luz solar para certa parte do fundo.

16. A possibilidade 4 está descartada porque está exatamente em linha reta e, por causa da **refração** ao passar da água para o ar, os raios de luz provenientes da pedra não seguiriam esse trajeto.
- A possibilidade 2 está exatamente na vertical e, por isso, também está descartada.
- Qualquer possibilidade à esquerda de 2 e à direita de 4 também é impossível: 1 e 5 estão descartadas.
- Resta a possibilidade 3, que, conforme o esquema a seguir, é a resposta correta.

Fechamento da unidade B

Objetivo: Criar situação de trabalho coletivo **completar** o desenvolvimento das habilidades EF09CI05, EF09CI06 e EF09CI07 da BNCC.

De olho na BNCC!

• EF09CI05

Como parte da atividade, os estudantes deverão pesquisar e descobrir que a vibração dos elétrons na antena metálica transmissora cria ondas eletromagnéticas de frequência característica. Estas propagam-se e chegam à antena receptora, na qual provocam a vibração de elétrons do metal, possibilitando a captação do sinal. Espera-se uma representação simples, com antena emissora, ondas e antena receptora.

Também se espera que eles descubram que parte das comunicações de internet pode ser por ondas eletromagnéticas (celular-antena da operadora; antena de *wi-fi*-dispositivo móvel; via satélite entre continentes), mas boa parte ocorre por cabos.

Espera-se, também, menções a controvérsias sobre a segurança de viver perto de antenas emissoras de rádio e tevê e sobre o uso prolongado de aparelhos celulares.

• EF09CI06

Ao pesquisar, relacionar e comentar quais ondas eletromagnéticas podem causar danos à saúde e também as quais são as principais questões éticas relacionadas a esse tipo de onda, espera-se que os estudantes tomem conhecimento de assuntos como os malefícios da exposição exagerada aos raios X (risco de câncer e de mutação gênica), os problemas representados por substâncias radioativas (que, de modo geral, são emissoras de radiação gama e podem causar câncer), do perigo de ficar à frente de uma antena emissora de micro-ondas (dependendo da frequência e da intensidade, pode aquecer e queimar o organismo, como se ele estivesse em um forno de micro-ondas).

FECHAMENTO DA UNIDADE

Isso vai para o nosso *blog*!

Importância das radiações eletromagnéticas

#

A critério do professor, a classe será dividida em grupos e cada um deles criará e manterá um *blog* na internet sobre a importância do que se aprende na disciplina de Ciências Naturais. Na presente atividade, a meta é selecionar informações (acessar, reunir, ler, analisar, debater e escolher as mais relevantes e confiáveis) relacionadas aos tópicos abaixo para incluir no *blog*.

Que ondas eletromagnéticas são usadas em diagnósticos médicos (por exemplo, obtenção de imagens internas do organismo)?

Como som e imagem são transmitidos pelas estações de rádio e tevê? Esquematizem o processo (antena emissora, ondas, antena receptora). Comparem com a transmissão de som e imagem nas comunicações por celular, *tablet* e computador.

Listem e comentem as principais questões éticas relacionadas às ondas eletromagnéticas.

Por que o *laser* é útil na Medicina e na Odontologia? Em que consiste a radioterapia do câncer? Essas duas tecnologias envolvem radiações (ondas) eletromagnéticas?

Que ondas eletromagnéticas podem causar, comprovadamente, danos à saúde? Quais as fontes dessas radiações?

Qual a relevância do ultrassom na Medicina? Por que ele **não** é uma onda eletromagnética?

134 UNIDADE B • Capítulo 6

• EF09CI07

Na atividade, os alunos conhecerão, por exemplo, o uso de raios X na visualização de ossos (ou do intestino, usando contraste sulfato de bário); da ressonância magnética nuclear (técnica com eletroímãs e ondas de rádio) e do ultrassom (onda **mecânica** com frequência superior a 20.000 Hz) para visualizar tecidos moles; da luz *laser* para cortes, debridamentos, cauterizações, despigmentações e clareamentos em Medicina e Odontologia; do infravermelho em fisioterapia por calor; e da radiação gama na radioterapia do câncer (morte seletiva de células cancerosas).

UNIDADE

C

PHANUPHONG KHAMKAEWEPRACHA/SHUTTERSTOCK

Abertura da unidade C

Nesta unidade, os estudantes conhecerão alguns conceitos fundamentais da Mecânica, ramo da Física que estuda o movimento e o equilíbrio dos corpos, quando estão submetidos a ação de força(s).

Como parte desse estudo, serão abordados aspectos da Cinemática e da Dinâmica que possibilitarão a compreensão de princípios físicos da gravitação, noções da constituição do Universo e o desenvolvimento das habilidades EF09CI14, EF09CI15, EF09CI16 e EF09CI17 da unidade temática **Terra e Universo** da BNCC.

As perguntas que são propostas nessa página de abertura propiciam a sondagem de concepções prévias e, por isso, é conveniente incentivar os alunos a respondê-las. Atente a essas respostas e registre-as.

Elas serão respondidas nos itens 2 e 3 do capítulo 9, após os quais é oportuno revisar as respostas dos estudantes e estimulá-los a reavaliá-las.

Do ponto de vista da Física, qual é a semelhança entre uma maçã caindo e um astronauta em órbita da Terra? Por que a maçã se aproxima da superfície do planeta, mas o astronauta não?

UNIDADE C

135

Material digital

Consulte o **Plano de desenvolvimento** para auxiliá-lo no planejamento da Unidade C, que corresponde ao 3º bimestre do ano letivo. Consulte também as **Sequências didáticas** propostas para o bimestre.

Principais conteúdos conceituais

- Queda livre e as ideias de Galileu sobre esse tema
- Movimento com velocidade constante
- Movimento acelerado
- Aceleração da gravidade
- Queda livre
- Queda sob resistência do ar

Esse capítulo inicia uma unidade que apresenta temas referentes à Mecânica. Ele aborda especificamente o estudo dos movimentos (Cinemática).

Com o experimento da seção *Motivação*, na abertura, pretende-se que os alunos concluam que **o período de oscilação de um pêndulo depende de seu comprimento**, mas não da massa pendurada nem da amplitude de oscilação (sobre isso, veja a seção *Atente!*, páginas 136-137).

Tal conclusão permite que eles entendam como a descoberta do **isocronismo** (palavra derivada de “isócrono”, do latim *iso*, igual, e *chronu*, tempo) do pêndulo, feita por Galileu, conduziu à posterior construção dos primeiros relógios mecânicos. Permite, também, que os estudantes avaliem a dificuldade que Galileu enfrentou na marcação de pequenos intervalos de tempo (veja também o Projeto 3).

O *Trabalho em equipe*, que aparece junto do experimento que abre o capítulo, propõe a construção de um pêndulo cujo período será de, aproximadamente, 1 s. Uma aplicação prática desse pêndulo está na medição de pequenos intervalos de tempo. Evidentemente, tal medida não tem a precisão dos modernos relógios, mas propicia a aprendizagem significativa do princípio em que se baseiam os relógios de pêndulo.

É importante apresentar as unidades mais comuns usadas para comprimento e distância, bem como sua simbologia correta. Provavelmente, a Matemática já trabalhou esse tema e, então, bastará uma revisão.

CAPÍTULO

7

CINEMÁTICA

A foto mostra operário soldando peças metálicas. Pode-se ver a **trajetória** de cada fagulha (pequeno fragmento de metal incandescente) durante o curto intervalo de tempo em que a luz foi captada pela máquina fotográfica. Como conceituar a trajetória de um movimento?

136

UNIDADE C • Capítulo 7

O conceito de referencial é necessário para entender o que são movimento, repouso, móvel e trajetória, sendo apresentado antes deles.

Em Física, muitos conceitos são definidos com auxílio de expressões matemáticas. Nesse capítulo, ao apresentar o conceito de velocidade média (item 3), o livro propõe uma definição em palavras e outra, em equação. Isso visa mostrar ao aluno que as expressões matemáticas têm um **significado** rico e devem sempre ser interpretadas, pois, caso contrário, serão desprovidas de sentido.

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- ▶ Investigar se a duração das oscilações de um pêndulo depende da massa, da amplitude de oscilação ou do comprimento do fio.

Você vai precisar de:

- livro pesado
- fita adesiva
- duas porcas de metal
- mesa
- régua rígida
- linha de costura (cor clara)
- relógio que marque os segundos
- caneta hidrográfica

Procedimento

1. Monte o pêndulo conforme esquematizado na figura **A**. Certifique-se de que ele possa oscilar livremente, sem bater ou raspar em nada.
2. Afaste a porca da vertical cerca de 5 cm e solte-a (sem empurrá-la). O pêndulo vai oscilar com pequena amplitude, isto é, afastando-se pouco da vertical a cada vaivém. Marque o tempo gasto para a realização de **20 oscilações completas (uma oscilação completa é o trajeto de ida e de volta)**. Registre o resultado.
3. Repita o item anterior, desta vez afastando o pêndulo uns 10 cm da vertical. Você estará aumentando a amplitude das oscilações. Registre o resultado.
4. Acrescente a outra porca ao pêndulo, como mostra a figura **B**, mas **mantenha o comprimento do fio**. (Sugestão: use a caneta hidrográfica para marcar o ponto a partir do qual a linha estava pendurada.) Repita os itens 2 e 3. Registre os resultados.
5. Repita os itens 2 a 4 com outros comprimentos para a linha (por exemplo, 50 cm, 60 cm etc.) e registre os resultados.
6. **O período de oscilação de um pêndulo é o tempo que ele gasta para realizar uma oscilação completa.** Use seus resultados para calcular o período de oscilação para cada situação investigada e analise os resultados. O período depende da **massa** pendurada no fio? Depende da **amplitude** das oscilações? Depende do **comprimento** do fio?

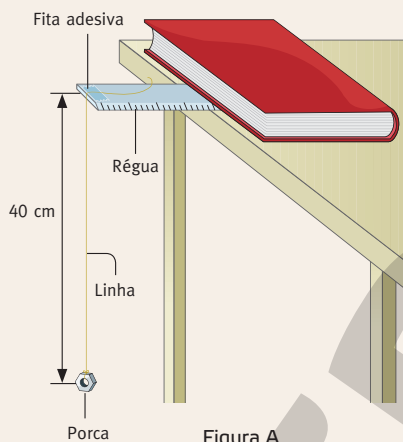


Figura A



Figura B

(Representações fora de proporção.)



ATIVIDADE

Trabalho em equipe

Façam um pêndulo que tenha 25 cm de distância desde o ponto em que está suspenso até o centro da porca. Meçam o período de oscilação. Que utilidade prática tem esse pêndulo?

Motivação

O período de oscilação não depende da massa nem da amplitude (desde que a amplitude **seja pequena**, como se faz aqui). Ele depende do comprimento do pêndulo. Veja detalhamento sobre isso a seguir, na seção **Atente!**.

Atente!

O período de oscilação de um pêndulo simples, formado por uma massa puntiforme pendurada num fio de massa desprezível (vamos considerar que seja esse o caso do pêndulo do experimento de abertura), é dado pela expressão:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

em que:

T = período de oscilação (s);
 ℓ = comprimento do fio (m);
 g = aceleração da gravidade no local (m/s^2).

Na demonstração dessa expressão, é feita uma aproximação que podemos considerar bastante aceitável, desde que a amplitude de oscilação seja pequena. Vamos, **aqui**, considerá-la pequena se for de 15° ou menor (a demonstração pode ser encontrada, por exemplo, em HALLIDAY, D. et al. *Fundamentos de Física*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC. v. 2, capítulo 15, seção 15-6).

Essa expressão matemática revela que o período não depende da massa pendurada nem da amplitude da oscilação, desde que esta não seja muito grande. No entanto, o período depende do comprimento do pêndulo (ℓ). Quanto maior for ℓ , maior será o período, pois, como mostra a expressão, T aumenta na razão direta da raiz quadrada do aumento de ℓ .

Se o procedimento descrito para esse experimento de abertura for corretamente seguido pelos estudantes, o período do pêndulo estará sendo investigado sob condições satisfatórias (de pequena amplitude) para a validade da expressão apresentada.

(Continua na próxima página.)

A definição formal de aceleração média é apresentada de modo semelhante, em palavras e em equação, no item 6.

O professor perceberá que o capítulo escolhe e trabalha exemplos para que o aluno entenda o **significado** da aceleração, em vez de meramente associá-la a uma expressão que permite seu cálculo.

Uma vez trabalhado o conceito de aceleração, o capítulo termina com a discussão da queda livre e da queda sujeita à resistência do ar, apresentando, para esse último caso, o que é velocidade terminal.

Atente!

(continuação)

No caso do pêndulo em que $\ell = 0,25 \text{ m}$ (proposto no *Trabalho em equipe* da página anterior), o cálculo fornece, para $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, o valor de $T = 1,0 \text{ s}$! Assim, a resposta à pergunta feita no quadro *Trabalho em equipe* é que esse pêndulo funciona como um relógio que marca segundos. Espera-se que os estudantes cheguem a esse valor de período pela experimentação, não pelo uso da fórmula, que não conhecem.

Se, contudo, os alunos afastarem demais o pêndulo da vertical ao iniciar o movimento oscilatório (contrariando o procedimento descrito na seção *Motivação*), a amplitude será alta e a expressão apresentada para T perderá gradualmente a validade, sendo o desvio tanto maior quanto maior for a amplitude.

Se a amplitude empregada não for pequena, as oscilações continuarão a ser periódicas, mas passarão a depender do valor angular dessa amplitude (a expressão geral para o período pode ser encontrada em TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC. v. 1, capítulo 14, seção 14-3).

Conteúdos procedimentais sugeridos

- Realizar um experimento que permita concluir que o período de um pêndulo depende de seu comprimento, mas não de sua massa (para amplitudes pequenas).
- Montar um experimento no qual gotas de água realizam movimento retilíneo uniforme em meio oleoso e realizar medidas para a determinação da velocidade desses movimentos.
- Empregar um relógio de água (como Galileu) para investigar a queda livre.

Esses conteúdos estão associados à realização do experimento de abertura e dos Projetos 2 e 3.



Relógio de pêndulo.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Algumas contribuições de Galileu Galilei

Galileu e o pêndulo

Galileu Galilei* (1564-1642) nasceu na cidade de Pisa, na Península Itálica. Na época em que viveu, não existiam relógios mecânicos a corda, muito menos os eletrônicos (o uso da eletricidade é bem posterior a Galileu). Pequenos intervalos de tempo podiam ser marcados pelo escoar da areia, nas ampulhetas, ou da água, nos relógios de água.

Conta-se que, aos 19 anos, Galileu estava na Catedral de Pisa e observou atentamente um candelabro que, preso ao teto por uma corrente, balançava de um lado para o outro. Ele percebeu que o período de oscilação era o mesmo, qualquer que fosse a amplitude das oscilações. Para isso, usou a contagem de suas próprias pulsações como “relógio” improvisado para confirmar essa suposição.

Galileu dedicou sua vida ao estudo das aplicações da Matemática à Astronomia e à ciência posteriormente denominada **Física**. Entre outras atividades, estudou detalhadamente o comportamento dos pêndulos e, nos últimos anos de sua vida, trabalhou na tentativa de utilizá-los para a marcação do tempo. Aproveitando a descoberta de Galileu, o cientista holandês Christiaan Huygens (1629-1695) construiu o primeiro relógio de pêndulo, em 1656.

Galileu e a experimentação

A respeito do movimento dos corpos, na época de Galileu, vigoravam as ideias do filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.), segundo as quais os corpos mais pesados deveriam cair com maior velocidade que os corpos mais leves. Aristóteles, contudo, não fez nenhuma experiência para confirmar essa ideia. Já Galileu **realizou experimentos** que lhe permitiram concluir que a tendência de todos os objetos é cair com a mesma velocidade; o que retarda a queda de objetos leves, tais como penas, é a resistência do ar. Ao final do capítulo, abordaremos o movimento de objetos em queda.

Esta é uma das importantes contribuições de Galileu para a Ciência: a **experimentação**. Ainda hoje, a realização de experimentos faz parte do modo científico de pesquisar as regularidades da natureza. Para entender as ideias de Galileu, vamos trabalhar inicialmente o conceito de movimento.

2 Conceitos introdutórios à Mecânica

Medidas de comprimento

Medir um comprimento é compará-lo a um comprimento adotado como padrão. O padrão escolhido é a **unidade de medida**.

* A grafia original é Galileo Galilei, mas, no Brasil, costuma-se grafar Galileu Galilei.

Uma unidade de medida de comprimento muito usada no mundo todo é o **metro**, simbolizado por **m**. Observe, por exemplo, uma fita métrica usada em costura ou um “metro” usado em carpintaria e marcenaria para ter noção do comprimento de um metro (1 m). Dizer que o comprimento de um tapete é 3 m (três metros) significa dizer que ele mede 3 vezes o comprimento da unidade de medida adotada, o metro.

Na prática, são também muito usados alguns múltiplos e submúltiplos do metro. Alguns exemplos importantes são:

1 quilômetro	=	1 km	=	1.000 m
1 centímetro	=	1 cm	=	0,01 m
1 milímetro	=	1 mm	=	0,001 m

Medidas de distância. Referencial

O metro e as unidades dele derivadas podem ser usados para expressar a **distância entre dois pontos**. Assim, ao dizermos que a distância da marca do pênalti até a linha do gol é de 11 m, estamos comparando essa distância à unidade metro.

Em muitas situações, é conveniente medir distâncias em relação a um ponto ou local escolhido como referência, denominado **referencial**. Ao longo de uma estrada, por exemplo, encontramos os marcos quilométricos, que indicam a distância desse ponto da estrada até o referencial adotado (escolhido). Dizer que um automóvel está no marco quilométrico 92 km equivale a dizer que ele está distante 92 km do referencial adotado.

Movimento e repouso

Um caixote está preso à carroceria de um caminhão de transportes que trafega por uma estrada. O caixote está em movimento?

Normalmente as pessoas tendem a dizer que sim. Contudo, a resposta **depende** do referencial escolhido para analisar essa situação. Um corpo está em **movimento** quando sua posição em relação ao referencial escolhido se altera com o passar do tempo. Por outro lado, um corpo está em **repouso** quando sua posição em relação ao referencial escolhido **não** se altera com o passar do tempo.

Se adotarmos o marco quilométrico inicial da estrada como referencial, poderemos afirmar que a posição do caixote se altera com o tempo e, portanto, ele está em movimento. Por outro lado, se escolhermos a carroceria do caminhão como referencial, então a posição do caixote não muda e, portanto, ele não está em movimento.

Para maior clareza, podemos dizer que o caixote está em movimento em relação à estrada (ou ao marco quilométrico inicial da estrada) e está em repouso em relação à carroceria do caminhão.

O ramo da **Física** — ciência para a qual Galileu contribuiu — que estuda os movimentos é chamado **Mecânica**. A parte da Mecânica que descreve os movimentos é a **Cinemática**.

A-Z

ATIVIDADE

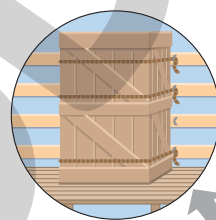
Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- medir
- unidade de medida



Esse carro está 92 km distante do referencial adotado.



O caixote está em movimento em relação à estrada, mas em repouso em relação à carroceria do caminhão.

Sugestão

Troque ideias com o colega de Matemática sobre o trabalho com unidades de medida linear, que, provavelmente, já foi realizado naquela disciplina.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Principais prefixos das potências de 10”.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

medir Comparar (quantitativamente) com um padrão.

unidade de medida Padrão comparativo escolhido para fazer uma medida.

Atividade

Após o subitem *Medidas de distância. Referencial*, é indicada a atividade 1 do *Explore diferentes linguagens*.

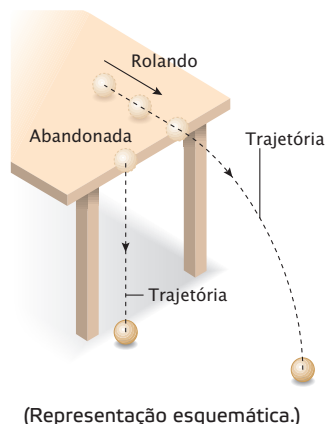
• EF09CI16

“Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares”

Essa habilidade será desenvolvida no capítulo 9 e na atividade de encerramento da unidade C.

Como parte desse desenvolvimento, os estudantes determinarão o tempo necessário para algumas viagens espaciais (por exemplo, daqui à estrela mais próxima da Terra depois do Sol, daqui ao centro da Via Láctea etc.) e perceberão, fundamentados aos resultados obtidos, que viagens a outros sistemas solares (visando à colonização de planetas eventualmente similares à Terra) **não** são viáveis com nossa atual tecnologia.

Os cálculos a serem executados dependem de saberes sobre velocidade adquiridos neste capítulo 7.



(Representação esquemática.)

Móvel e trajetória

Uma bolinha abandonada a partir da beirada de uma mesa, na ausência de vento, cai verticalmente. Em relação ao solo, ou à mesa, a bolinha realiza um movimento. A linha que mostra as sucessivas posições pelas quais a bolinha passa no transcorrer do tempo é a trajetória da bolinha. Se, em vez de ser simplesmente abandonada, a bolinha fosse lançada de modo a rolar sobre a mesa, ela não cairia verticalmente, mas descreveria uma trajetória curva, a partir da borda, como na ilustração ao lado.

De modo genérico, chamamos **móvel** um corpo que esteja em movimento (em relação ao referencial adotado) e **trajetória** do móvel a linha descrita pelas sucessivas posições desse móvel ao longo do tempo.

3 Velocidade média

Ao observar os automóveis que passam por uma mesma rua, é possível perceber que eles não realizam o mesmo percurso num mesmo intervalo de tempo. O conceito de velocidade, que é muito anterior à invenção do automóvel, surgiu da necessidade de expressar a rapidez com que um móvel descreve uma trajetória.

Considere, por exemplo, o automóvel da ilustração abaixo. Quando ele está no marco quilométrico 30 km de uma estrada, um cronômetro é acionado e marca, nesse instante, tempo zero. Quando o cronômetro indica que se passaram 2 h, o automóvel está no marco quilométrico 190 km.

Esse esquema ilustra que o automóvel está a uma velocidade média de 80 km/h. (Esquema fora de proporção.)

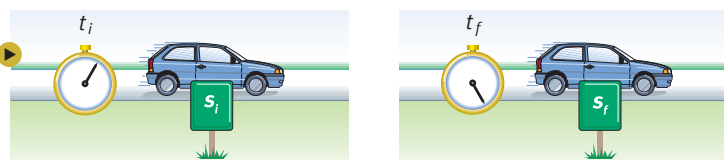


Desde a situação inicial até a situação final, o carro percorreu 160 km em 2 h. Dividindo esse espaço pelo tempo gasto nesse percurso, obtemos:

$$\frac{\text{espaço percorrido}}{\text{tempo gasto no percurso}} = \frac{160 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 80 \text{ km/h}$$

Dizemos, então, que a velocidade média do móvel, nesse intervalo de tempo, foi de 80 km/h (lê-se “oitenta quilômetros por hora”).

Vamos fazer uma definição mais geral de velocidade com base na figura abaixo. Quando o móvel ocupa a posição s_i (a letra s indica *espaço* e o índice i indica *inicial*), o relógio marca um tempo t_i . Após certo intervalo de tempo, o automóvel atinge a posição s_f e o relógio marca t_f (o índice f indica *final*).



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Representação esquemática da relação entre o espaço percorrido pelo automóvel e o intervalo de tempo desse percurso. (Esquema fora de proporção.)

A subtração $s_f - s_i$ corresponde ao deslocamento realizado (isto é, o espaço percorrido), que será representado por Δs . O símbolo Δ (letra grega delta maiúscula) é usado, na Física, para indicar **variação**. A subtração $t_f - t_i$, representada por Δt , corresponde ao intervalo de tempo no qual o móvel foi de s_i até s_f .

Para um móvel que descreva uma trajetória retilínea (em linha reta), a **velocidade média**, v , é definida como:

Em palavras: A velocidade média de um móvel, num certo intervalo de tempo, é igual à distância que o móvel percorre dividida pelo intervalo de tempo.

Em equação:
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad v = \frac{s_f - s_i}{t_f - t_i}$$

A unidade usada para expressar velocidade vai depender das unidades usadas para espaço e tempo. Se Δs estiver em quilômetros (km) e Δt em horas (h), a velocidade será expressa em **quilômetros por hora** (km/h). Se Δs estiver em metros (m) e Δt em segundos (s), a velocidade será expressa em **metros por segundo** (m/s). E assim por diante.

4 Velocidade instantânea

Denominamos **velocidade instantânea** a velocidade com que um móvel percorre a trajetória num determinado instante. O velocímetro dos veículos brasileiros expressa a velocidade instantânea em km/h.

Quando um motorista consulta o velocímetro do seu carro, obtém a informação de quantos quilômetros seu carro percorreria em uma hora **se** mantivesse, durante todo esse tempo, a mesma velocidade.

A velocidade de um móvel pode ou não permanecer constante num determinado percurso. Esse é um critério que permite classificar os movimentos, conforme veremos a seguir.

Velocidade de alguns exemplos de movimento	
Móvel	Velocidade (m/s)
Ondas eletromagnéticas (rádio, tevê, luz etc.) no vácuo	300.000.000
Sistema Terra-Sol ao redor da galáxia	210.000
Terra ao redor do Sol	29.600
Lua ao redor da Terra	1.000
Som (no ar, a 20 °C)	343
Falcão em mergulho	37
Chita (guepardo) correndo	29
Golfinho nadando	9
Abelha voando	5
Ser humano correndo	4
Ser humano nadando	2
Formiga andando	0,01
Espermatozoide “nadando”	0,000045

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- referencial
- movimento
- repouso
- trajetória
- velocidade média

Fontes dos dados:

E. Hecht. *Physics: Algebra/Trig*. 3. ed. Pacific Grove: Thomson-Brooks/Cole, 2003. p. 21; D. C. Giancoli. *Physics: principles with applications*. 7. ed. Glenview: Pearson, 2014. p. 329.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

referencial Ponto em relação ao qual são feitas medidas de distância.

movimento Alteração da posição de um objeto em relação ao referencial escolhido.

repouso Não alteração da posição de um objeto em relação ao referencial escolhido.

trajetória Linha (imaginária) que descreve as sucessivas posições de um móvel (isto é, um objeto em movimento) ao longo do tempo.

velocidade média Distância percorrida por um móvel dividida pelo intervalo de tempo gasto.

Atividades

Ao final do item 3, é oportuno que os alunos trabalhem os exercícios 1 a 9 do *Use o que aprendeu*.

Projeto

O **Projeto 2** (do final do livro) pode ser realizado a esta altura do curso. Trata-se de um procedimento experimental para determinar a velocidade média com que gotas de água se movimentam dentro do óleo.

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, na mesma página em que ele aparece no livro do aluno.

Atente!

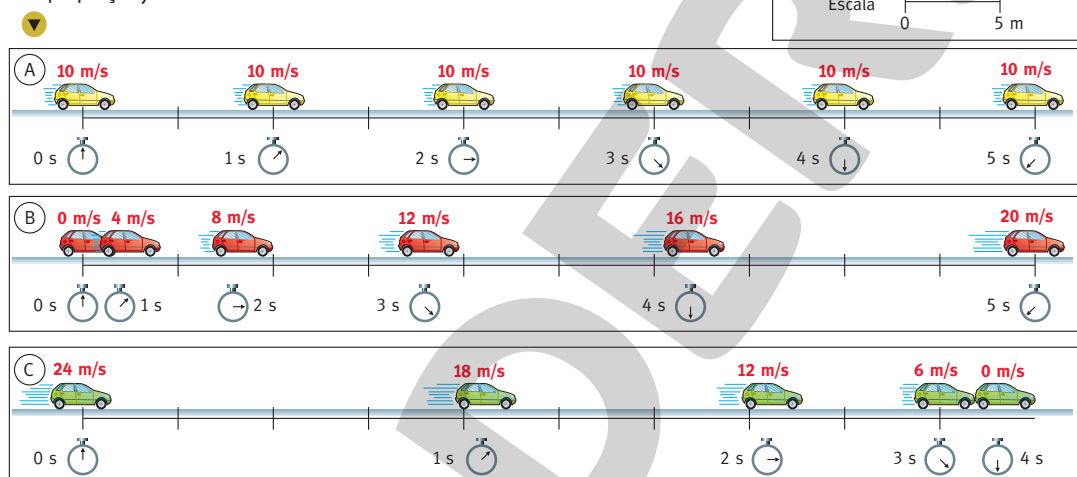
No esquema **A**, a velocidade do móvel é a mesma a cada segundo.

No esquema **B**, a velocidade do móvel **aumenta** 4 m/s a cada segundo.

No esquema **C**, a velocidade do móvel **diminui** 6 m/s a cada segundo.

Isso possibilita aos estudantes o entendimento do que é aceleração. A aceleração do móvel vale 4 m/s^2 , em **B**, e -6 m/s^2 , em **C**.

Representação esquemática da relação entre velocidade, espaço percorrido e intervalo de tempo para três móveis (cada qual em uma das figuras **A**, **B** e **C**), que descrevem movimentos retilíneos. (O cronômetro está ilustrado fora de proporção.)



Sobre o movimento de uma criança num escorregador, reflita: é um movimento uniforme ou uniformemente variado? Como você chegou a essa conclusão?

5 Movimento uniforme e movimento variado

No caso da figura **A** (abaixo), o móvel tem **velocidade constante** e percorre, portanto, distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. É o que chamamos **movimento uniforme**.

No caso da figura **B**, o móvel parte do repouso e sua velocidade aumenta com o passar do tempo. Já no caso da figura **C**, o móvel, que está inicialmente em movimento, sofre redução de velocidade até parar. Em ambos, a **velocidade do móvel se altera** e, consequentemente, em intervalos de tempo iguais são percorridas distâncias diferentes. São exemplos de **movimento variado**.

Ao analisar as figuras **B** e **C**, você percebeu alguma **regularidade** na mudança sofrida pela velocidade?

6 Aceleração

No movimento **B**, a velocidade **aumenta regularmente**. Em cada segundo, o aumento é de 4 m/s .

No movimento **C**, a velocidade **diminui regularmente**. Em cada segundo, a redução é de 6 m/s .

Em ambos os casos, dizemos que se trata de um **movimento uniformemente variado**, pois a velocidade varia de modo regular, uniforme.

A variação sofrida pela velocidade num certo intervalo de tempo é denominada **aceleração**. Em **B**, a aceleração atua aumentando a velocidade do móvel e, em **C**, reduzindo-a. (Popularmente, em **C**, diz-se que está havendo “desaceleração” ou que o motorista está “freando”. Porém, em Mecânica, a palavra **aceleração** é empregada tanto nos casos em que a velocidade aumenta quanto naqueles em que ela diminui.)

Atividades

Ao final do item 6, o momento é oportuno para propor os exercícios 10 a 12 do *Use o que aprendeu*.

Seja v_i a velocidade no instante t_i e v_f a velocidade no instante t_f . A variação de velocidade, Δv , é dada por $v_f - v_i$, e ocorre durante o intervalo de tempo $\Delta t = t_f - t_i$. A aceleração, a , é definida da seguinte maneira:

Em palavras: A aceleração média de um móvel em movimento retilíneo uniformemente variado, num certo intervalo de tempo, é igual à variação de velocidade dividida pelo intervalo de tempo.

Em equação: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ou $a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$

Aplicando essa definição a um determinado intervalo de tempo do movimento **B**, por exemplo, entre 0 s e 1 s (destacado na ilustração ao lado), podemos calcular a aceleração envolvida nesse movimento:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{4 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{1 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}^2$$

Fazendo o mesmo para o movimento **C**, entre 0 s e 1 s (destacado na ilustração ao lado), chegamos a:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{18 \text{ m/s} - 24 \text{ m/s}}{1 \text{ s} - 0 \text{ s}} = -6 \text{ m/s}^2$$

O sinal de menos, nesse último caso, indica que a aceleração provoca redução na velocidade.

A unidade de aceleração que surgiu nesse cálculo é m/s^2 , que se lê **metro por segundo ao quadrado**. Vejamos o que significa essa unidade.

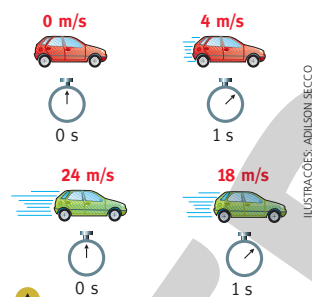
Em **B**, a aceleração é 4 m/s^2 . Isso significa que a velocidade aumenta 4 m/s em cada segundo, ou seja, **aumenta 4 m/s por segundo**. Isso pode ser escrito como 4 m/s^2 .

De modo similar, no caso **C**, a velocidade **se reduz em 6 m/s em cada segundo**, o que é expresso como -6 m/s^2 .

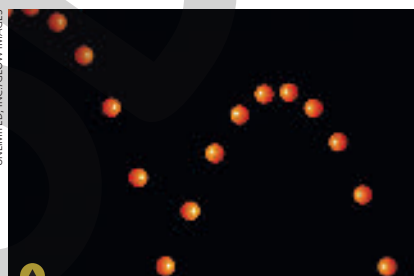
E no caso do movimento **A**, o que podemos dizer sobre a aceleração? Como a **velocidade é constante**, a variação de velocidade, Δv , é nula e, portanto, a **aceleração é nula (zero)**. Isso equivale a dizer que a velocidade não varia ao longo do tempo.

7 Queda livre

Alguns laboratórios dispõem de métodos que permitem acompanhar e registrar detalhes sobre objetos em queda. Um exemplo é o uso de **fotografias estroboscópicas**, como a que é mostrada ao lado. É possível, nesses laboratórios, registrar a posição de um móvel em queda e determinar sua velocidade em diversos instantes. Também é possível investigar a queda de objetos num ambiente onde foi feito **vácuo** (isto é, de onde se retirou o ar, da melhor maneira possível) e, portanto, onde **não** estão sujeitos à **resistência do ar**.



Representação esquemática da variação da velocidade em um determinado intervalo de tempo. (Esquema fora de proporção.)



Uma fotografia estroboscópica registra sucessivas posições de um móvel, a intervalos regulares de tempo. Nessa foto, uma bola em queda descreve uma trajetória não retilínea a partir do lado esquerdo, bate no chão, sobe e volta a descer. O intervalo de tempo em que a foto foi tirada encerrou-se após a bola atingir o chão pela segunda vez, na última posição à direita.

Item 8

O valor de g depende do raio da Terra, o qual varia dos polos para a linha do Equador. Essa variação é relativamente pequena e não influencia o estudo introdutório aqui realizado.

Atividades

Ao final do item 8, tem-se um bom momento para trabalhar os exercícios 13 a 18 do *Use o que aprendeu* e as atividades 2 a 4 do *Explore diferentes linguagens*.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto "Quanto dura um salto?".

Interdisciplinaridade

Em atividade conjunta com Matemática, propor aos alunos que elaborem um gráfico de espaço percorrido (no eixo y) em função do tempo (no eixo x), em papel quadriculado ou milimetrado, com os dados da figura do item 8, que mostra um objeto em queda livre.

Elaborado corretamente, o gráfico permite concluir que **não** há uma relação linear entre espaço e tempo num movimento uniformemente variado.

De modo análogo, pode-se repetir essa atividade com os dados do movimento da bicicleta na atividade 2 do *Explore diferentes linguagens*. Com auxílio do docente de Matemática, é possível conduzir os alunos à percepção de que se trata de um ramo de parábola, obedecendo a uma expressão do tipo $y = k \cdot x^2$.

Para comparação, pode-se elaborar um gráfico de espaço percorrido em função do tempo para um móvel em movimento retilíneo e uniforme, no qual ficará evidente a relação linear entre espaço percorrido e tempo transcorrido.

Estudos criteriosos revelaram que todos os objetos, uma vez abandonados no vácuo, descrevem uma **trajetória vertical** de queda na qual a **velocidade aumenta progressivamente**. Esses estudos também revelaram que a **queda de objetos no vácuo ocorre sempre da mesma maneira, independentemente da forma, do tamanho ou da massa**.

Quando um objeto cai livremente, sem a resistência do ar e sem a atuação de nenhum outro fator que se oponha ao movimento, dizemos que ele está em **queda livre**. Nessas circunstâncias, o único fator que atua no movimento do objeto é a **atração gravitacional** (ou **atração da gravidade**) da Terra.

8 Aceleração da gravidade

A figura ao lado mostra alguns dados experimentais sobre um objeto em queda livre. Trata-se de um movimento acelerado em que a velocidade aumenta uniformemente com o passar do tempo.

O valor da aceleração é o mesmo para todos os corpos em queda livre na superfície da Terra numa mesma localidade. É denominado **aceleração da gravidade** e é simbolizado pela letra g .

O valor de g se altera de modo pouco significativo ao nos movimentarmos dos polos em direção à linha (imaginária) do Equador terrestre. O valor médio da aceleração da gravidade é:

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Voltando ao desenho ao lado, a cada segundo de queda, o móvel tem sua velocidade aumentada em $9,8 \text{ m/s}$, o que revela que ele está submetido à aceleração de $9,8 \text{ m/s}^2$, ou seja, **$9,8 \text{ m/s}$ a cada segundo**.

Para efeitos práticos, é comum o valor de g ser aproximado para 10 m/s^2 .

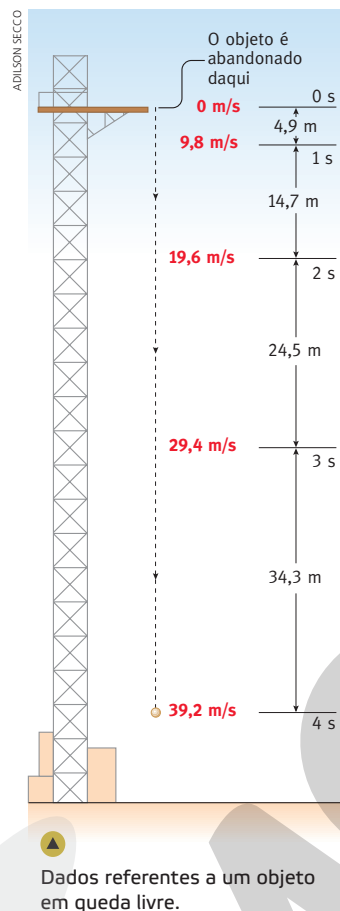
Em destaque

Galileu e a queda livre

Para estudar a queda livre, Galileu teve de contornar alguns problemas. Um deles foi a marcação de pequenos intervalos de tempo, já que, na época, ainda não havia relógios suficientemente precisos. Ele avaliava pequenos intervalos de tempo verificando, por exemplo, a quantidade de água que escoava por um tubo para fora de um recipiente.

Outro problema que Galileu teve de superar foi o fato de que, mesmo com esse engenhoso método para marcar tempo, era muito difícil estudar diretamente objetos em queda, já que o movimento é muito rápido.

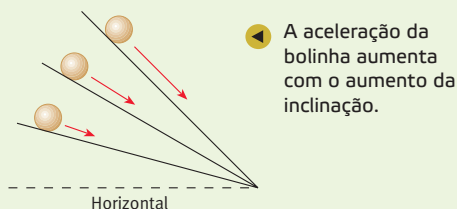
Então, Galileu resolveu investigar o comportamento de bolas rolando por um plano inclinado, uma rampa. Ele percebeu que, num plano com certa inclinação, o movimento da bola era uniformemente variado.



Dados referentes a um objeto em queda livre.

Comparando, por exemplo, o movimento de uma bola de latão, uma de ferro e outra de chumbo, todas de mesmo diâmetro e num mesmo plano inclinado, Galileu verificou que, apesar de possuírem **massas diferentes**, se movimentavam com a **mesma aceleração**.

Quando aumentava a inclinação do plano, o movimento continuava a ser uniformemente variado, mas a aceleração das bolas passava a ser maior do que no caso anterior.



ADILSON SECCO

Após realizar experimentos como esses, Galileu concluiu que, aumentando cada vez mais a inclinação do plano, se chegaria à situação extrema em que ele estaria na vertical, ou seja, em que as bolas estariam em queda, em vez de rolar. Tudo indicava, portanto, que um objeto em queda se movia sob ação de uma **aceleração constante** e que essa aceleração era **a mesma, qualquer que fosse a massa do objeto**.

Galileu atribuiu à **resistência do ar** o fato de objetos bem leves demorarem mais para cair.



PAULO MANZI

Em 1971, mais de três séculos após a morte de Galileu, o astronauta estadunidense David Scott, da missão Apollo 15, fez uma demonstração envolvendo as ideias de Galileu sobre queda livre. Na superfície da Lua, ele segurou um martelo e uma pena, cada qual em uma mão. Com os braços estendidos a uma mesma altura, soltou, num mesmo instante, os dois objetos e verificou que ambos chegaram simultaneamente ao solo lunar! Na Lua não há atmosfera e, portanto, não existe resistência do ar.



Use a internet

O vídeo da demonstração ilustrada ao lado pode ser encontrado na internet. Dê uma busca de vídeos usando as palavras *David Scott lua*, ou *David Scott pena e martelo*.



ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- aceleração
- aceleração da gravidade
- queda livre

Projeto

O **Projeto 3** (do final do livro) pode ser realizado a esta altura do curso. Nele, um plano inclinado é usado para comparar a aceleração de "queda" dos corpos, de modo similar ao usado por Galileu.

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, na mesma página em que ele aparece no livro do aluno.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

aceleração Variação da velocidade dividida pelo intervalo de tempo em que ocorreu.

aceleração da gravidade Aceleração adquirida por um objeto caindo sob ação exclusiva da força da gravidade.

queda livre Queda de um objeto submetido exclusivamente à atração gravitacional.

Atividades

Após leitura em sala e interpretação dos textos *Em destaque* das páginas 144 a 146, proponha as atividades 5 a 7 do *Explore diferentes linguagens*.

Conteúdos atitudinais sugeridos

- Deleitar-se com a compreensão de regularidades da natureza.
- Valorizar a observação como importante meio para obter informações.

Da foto de abertura da unidade até as atividades do *Explore diferentes linguagens*, e do experimento da seção *Motivação*, na abertura deste capítulo, até os projetos 2 e 3, este capítulo é rico em oportunidades que tentam desenvolver nos estudantes o gosto pela compreensão proporcionada pela Ciência e a importância da observação como atitude fundamental para melhor entender o mundo que nos cerca. Não deixe de enfatizar aos alunos que essas duas atitudes são desejáveis a todo cidadão.

Respostas do Use o que aprendeu

1. Sim, é possível. Podemos obter a velocidade média dividindo a distância percorrida (90 km) pelo tempo gasto no percurso (6 h):

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{90 \text{ km}}{6 \text{ h}}$$

$$v = 15 \text{ km/h}$$

2. De forma análoga à atividade anterior:

$$v = \frac{100 \text{ m}}{50 \text{ s}}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

3. De $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, segue que:

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta s = 80 \text{ km/h} \cdot 0,5 \text{ h}$$

$$\Delta s = 40 \text{ km}$$

4. a) A velocidade média do avião é calculada assim:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3.000 \text{ km}}{2 \text{ h}}$$

$$v = 1.500 \text{ km/h}$$

- b) *Supersônico* é algo que se move ou pode se mover com velocidade superior à do som.
- c) Como a velocidade média do avião é superior à do som, conclui-se que ele é supersônico.

5. a) A distância de 72 km equivale a 72.000 m. O intervalo de 1 h equivale a 60 min, ou seja, 3.600 s (60 vezes 60 s):

$$v = \frac{72.000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

- b) De modo análogo:

$$v = \frac{54.000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}}$$

$$v = 15 \text{ m/s}$$

Se julgar oportuno, generalize, a partir desses casos, que podemos converter de km/h para m/s dividindo o valor por 3,6.

6. Uma hora é equivalente a 3.600 s. Se, a cada segundo, um metro é percorrido, então a distância total percorrida é de 3.600 m, ou seja, 3,6 km.

Em km/h, a velocidade é:

$$v = \frac{3,6 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 3,6 \text{ km/h}$$

Em destaque

Por que as gotas de chuva não machucam?

Imagine uma gota de chuva que cai por 2 km antes de atingir o solo. Se ela estivesse, de fato, em queda livre (sem influências contrárias ao movimento de queda, tais como a resistência do ar), chegaria ao solo com velocidade de 200 m/s, o que equivale a 720 km/h!

As gotas de chuva teriam velocidade suficientemente grande para, ao atingir pessoas, provocar sérios ferimentos. Por que, então, as gotas de chuva não machucam?

Os físicos observaram que a resistência do ar é tanto maior quanto maior for a velocidade do móvel. Assim, quando um corpo cai, sua velocidade aumenta com o passar do tempo e, consequentemente, a resistência do ar também aumenta. Isso ocorre até chegar um momento em que a resistência do ar é suficientemente grande para fazer o corpo parar de acelerar e, a partir daí, fazê-lo cair com velocidade constante, denominada **velocidade terminal**.

A velocidade terminal das gotas de chuva é por volta de 8 m/s (o valor varia com o tamanho da gota). É a resistência do ar que as torna inofensivas.

Um paraquedista em posição horizontal, com braços e pernas abertos e com o paraquedas fechado, atinge a velocidade terminal em cerca de 10 s ou 12 s, e essa velocidade vale cerca de 58 m/s (ou 209 km/h). Uma colisão com o solo, a essa velocidade, é fatal. Em posição vertical, a velocidade terminal aumentaria dramaticamente para cerca de 83 m/s (ou 300 km/h)!

Com o paraquedas aberto, por outro lado, a velocidade terminal se reduz a 7 m/s (ou 25 km/h), o que permite pousar com relativa segurança.

Esses exemplos mostram que, para dois corpos de **mesma massa** que estão em queda — o paraquedista com paraquedas fechado ou com o paraquedas aberto —, aquele que apresentar **maior área para atuação da resistência do ar** terá **menor velocidade terminal**. No caso de corpos de **massas diferentes**, porém com **áreas iguais**, observaremos **velocidades terminais diferentes: quanto menor for a massa, menor será a velocidade terminal**.

Você pode verificar como a resistência do ar varia, dependendo da área de um objeto, usando duas folhas iguais de papel. Amasse uma delas e segure-as uma em cada mão. Estique os braços à sua frente e solte ambas simultaneamente. O que você observou? Como você explica esse resultado?



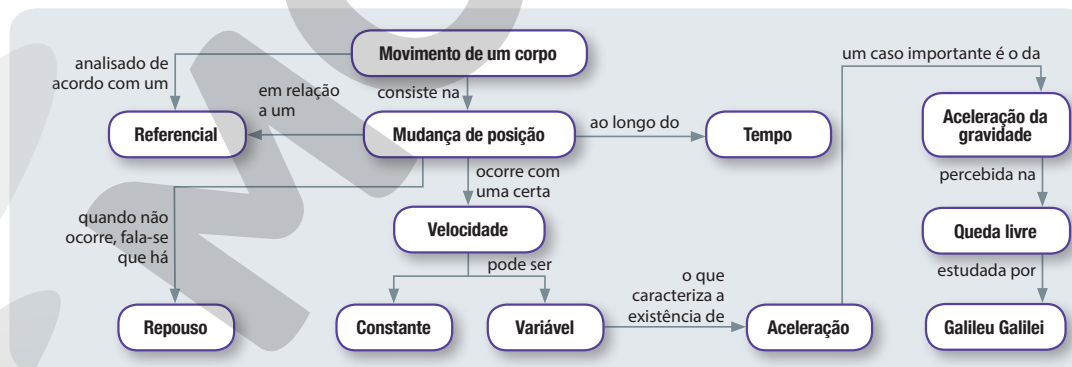
Paraquedistas atingem a velocidade terminal após 10 s ou 12 s de queda. A partir de então, o movimento deixa de ser acelerado e passa a ter velocidade constante, que, na posição em que estão os paraquedistas dessa foto, é de cerca de 209 km/h. Saltos de paraquedas seriam inviáveis se não houvesse a resistência do ar.

GERMANSHOVENS/UTTERSTOCK

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL



146

UNIDADE C • Capítulo 7

7. Na situação proposta, temos $\Delta t = 1,5 \text{ h}$ e $\Delta s = 105 \text{ km}$.

$$\text{Assim: } v = \frac{105 \text{ km}}{1,5 \text{ h}} \Rightarrow v = 70 \text{ km/h}$$

8. No primeiro trecho: $\Delta s_1 = v \cdot \Delta t = 80 \text{ km/h} \cdot 2 \text{ h} \Rightarrow \Delta s_1 = 160 \text{ km}$

$$\text{No segundo trecho: } \Delta s_2 = v \cdot \Delta t = 75 \text{ km/h} \cdot 1 \text{ h} \Rightarrow \Delta s_2 = 75 \text{ km}$$

$$\Delta s_{\text{total}} = \Delta s_1 + \Delta s_2 = 160 \text{ km} + 75 \text{ km} \Rightarrow \Delta s_{\text{total}} = 235 \text{ km}$$



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

- Um camelo percorre 90 km em 6 h. Com esses dados, é possível determinar a velocidade média do animal? Explique.
- Um atleta nada 100 m em 50 s. Mostre como obter a velocidade média do indivíduo nesse percurso.
- Um ônibus leva meia hora para realizar o percurso de Jundiaí (SP) a Campinas (SP), a uma velocidade média de 80 km/h. Qual é a distância que separa as duas cidades? Explique como chegou a essa conclusão.
- Um avião percorre a distância de Porto Alegre a Recife, que é de 3.000 km, em 2 h.
 - Calcule a velocidade média do avião nesse percurso.
 - Procure em um dicionário o significado da palavra **supersônico** e escreva-o em seu caderno.
 - Considere que a velocidade do som no ar é 1.235 km/h. Pode-se afirmar que esse avião é supersônico? Justifique.
- Para responder às perguntas, use as seguintes informações:
 - 1 km equivale a 1.000 m;
 - 1 h equivale a 60 min;
 - 1 min equivale a 60 s.
 - Um automóvel move-se a 72 km/h. Como expressar essa velocidade em m/s?
 - Uma moto move-se a 54 km/h. Qual é sua velocidade, expressa em m/s?
- Se você caminhar com velocidade constante de 1 m/s, quantos quilômetros percorrerá em uma hora? Qual é a sua velocidade expressa em km/h?
- Às 9 h 30 min, um automóvel passa pelo marco quilométrico 340 e, às 11 h, chega ao marco quilométrico 445. Qual é a velocidade média do automóvel nesse trajeto?
- Em uma estrada, um ônibus trafegou durante duas horas com velocidade média de 80 km/h e durante mais uma hora com velocidade média de 75 km/h. Qual é a distância percorrida pelo ônibus?

- Uma moto com velocidade média de 60 km/h passa pelo quilômetro 214 de uma rodovia às 14 h. Mantendo essa velocidade, a que horas chegará a uma cidade que fica no quilômetro 259?
- Um certo automóvel parte do repouso e atinge 100,8 km/h em 5 s.
 - Converta 100,8 km/h para m/s (use dados do exercício 5).
 - Qual é a aceleração (média) do veículo, em m/s², nesse percurso?
- Certa atleta consegue, partindo do repouso, atingir a velocidade de 10 m/s em 1 s. Qual é a aceleração da atleta nesse intervalo de tempo?



JUNG YEON-JE/AFP

- Os participantes da corrida de 100 m nas Olimpíadas levam mais tempo para percorrer a primeira metade do percurso do que para percorrer a segunda. Explique por quê.
- Para responder a esta questão, você precisará **consultar** uma das ilustrações deste capítulo e ignorar a resistência do ar. Uma pessoa solta uma pedra dentro de um poço de água e, após 3 s, ouve-a mergulhando na água. O nível da água do poço está a quantos metros da altura em que a pedra foi solta?
- Um helicóptero da ONU, parado no ar, solta caixas de mantimentos para pessoas isoladas em uma região por causa da cheia de um rio. O paraquedas de uma das caixas só abriu após 4 s. Desprezando a resistência do ar, faça uma estimativa de qual era a velocidade de queda da caixa no instante em que o paraquedas abriu.

$$10. a) v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100.800 \text{ m}}{3.600 \text{ s}}$$

$$v = 28 \text{ m/s}$$

$$b) a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{28 \text{ m/s}}{5 \text{ s}}$$

$$a = 5,6 \text{ m/s}^2$$

$$11. a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m/s}}{1 \text{ s}}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

- Na primeira metade do percurso a velocidade média é menor porque o corredor deve partir do repouso e acelerar até chegar à sua velocidade máxima. Por outro lado, o corredor já inicia a segunda metade do percurso com velocidade alta e, por isso, percorre o trecho em menor tempo.

- De acordo com a figura do item 8, um objeto em queda livre percorre, em 3 s, a distância de 44,1 m (4,9 m + 14,7 m + 24,5 m). Essa é, portanto, a distância entre a altura de que a pedra foi solta e o nível da água, no poço.

Professor, às vezes os alunos perguntam como calcular tais distâncias. Mais proveitoso que mostrar a equação horária, na nossa opinião, é empregar o raciocínio da atividade 2 do *Explore diferentes linguagens*.

Se julgar conveniente, aproveite para mostrar que **existe uma proporcionalidade bem definida entre as distâncias percorridas, em intervalos de tempo iguais e sucessivos, por um móvel que realiza movimento uniformemente variado**. Tal proporção é de 1:3:5:7 etc. Verifique, por exemplo, com os dados da atividade 2 do *Explore diferentes linguagens* e com os dados da figura do item 8 do livro do aluno.

- Como $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, a velocidade aumenta 9,8 m/s a cada segundo:

$$t = 0 \text{ s} \Rightarrow v = 0 \text{ m/s}$$

$$t = 1 \text{ s} \Rightarrow v = 9,8 \text{ m/s}$$

$$t = 2 \text{ s} \Rightarrow v = 19,6 \text{ m/s}$$

$$t = 3 \text{ s} \Rightarrow v = 29,4 \text{ m/s}$$

$$t = 4 \text{ s} \Rightarrow v = 39,2 \text{ m/s}$$

Após 4 s de queda, a velocidade era 39,2 m/s.

$$9. \Delta s = 259 \text{ km} - 214 \text{ km} = 45 \text{ km}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 60 \text{ km/h} = \frac{45 \text{ km}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0,75 \text{ h}$$

Convertendo de hora para minuto, temos: $\Delta t = 45 \text{ min}$

O tempo de viagem será de 45 min e, portanto, a chegada ocorrerá às 14h45 min.

15. a) Podemos determinar a aceleração média do animal dividindo a variação da velocidade (26 m/s) pelo intervalo de tempo (2 s):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{26 \text{ m/s}}{2 \text{ s}}$$

$$a = 13 \text{ m/s}^2$$

Professor, como curiosidade, compare com a resposta do exercício 10 b (aceleração do automóvel).

- b) A aceleração do animal nesse percurso é maior que a da gravidade (9,8 m/s²).
16. A aceleração da gravidade lunar é 1,6 m/s². Então, v aumenta 1,6 m/s a cada segundo.
- $t = 0 \text{ s} \Rightarrow v = 0 \text{ m/s}$
- a) $t = 1 \text{ s} \Rightarrow v = 1,6 \text{ m/s}$
- b) $t = 2 \text{ s} \Rightarrow v = 3,2 \text{ m/s}$
- c) $t = 3 \text{ s} \Rightarrow v = 4,8 \text{ m/s}$

17. Na Terra, pois a aceleração da gravidade terrestre é maior, o que provoca, a cada segundo de queda livre, um maior aumento na velocidade.

18. Se a velocidade de queda fosse 9,8 m/s durante todo o intervalo de queda (1 s), a manga teria atingido o chão, pois teria percorrido 9,8 m. No entanto, ela partiu do repouso e está sendo acelerada (9,8 m/s é a velocidade instantânea em $t = 1 \text{ s}$). A velocidade média no trecho é menor do que 9,8 m/s.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. A cidade de Fortaleza está a oito quilômetros (8 km) de distância, ou seja, a 8.000 m de distância.
2. a) A cada segundo, a velocidade da bicicleta aumenta 2 m/s. A aceleração é, portanto, de 2 m/s².

- b) A média entre 2 m/s e 4 m/s pode ser calculada assim:

$$v = \frac{2 \text{ m/s} + 4 \text{ m/s}}{2}$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

15. O guepardo, ou chita (veja a foto abaixo), é o animal terrestre mais veloz que se conhece.



Guepardo, ou chita, felino africano cujo comprimento da cabeça à ponta da cauda é de 2,3 m.

Partindo do repouso, ele pode chegar a 26 m/s em apenas 2 s, exibindo espantosa aceleração.

- a) Calcule a aceleração do animal durante esse intervalo.
- b) Compare o valor obtido com a aceleração da gravidade.

16. Considere um objeto abandonado para sofrer queda livre na Lua, onde a aceleração da gravidade é 1,6 m/s². Qual é a velocidade do objeto após um tempo de queda de:

- a) 1 s? b) 2 s? c) 3 s?

17. Após um mesmo tempo de queda livre no vácuo, a velocidade de um corpo é maior na Terra ou na Lua? Por quê?

18. Uma manga está presa a um galho da mangueira, a 9,8 m de altura do solo. Subitamente, ela se desprende do galho e inicia um processo de queda livre (no qual a resistência do ar será desprezada). Após 1 s de queda, a velocidade da manga será de 9,8 m/s, mas ela não atingiu o solo. Por quê?



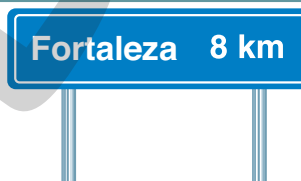
ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

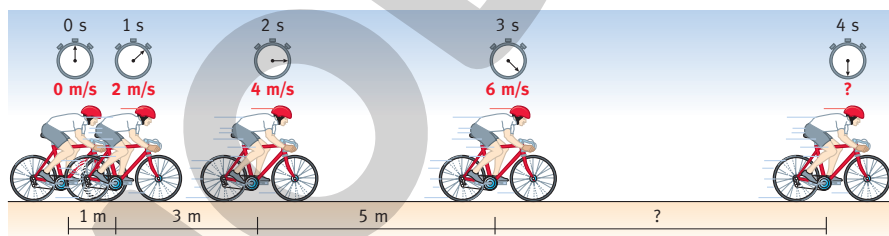
A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

PLACA DE TRÂNSITO

1. Observe a placa ilustrada ao lado. Interprete o que significa dizer que a cidade está a 8 km, considerando o **metro** padrão de medida.



ESQUEMA



2. Uma bicicleta realiza o movimento uniformemente variado esquematizado acima.

- a) Determine a aceleração da bicicleta nesse percurso.
- b) Calcule a média das velocidades (some e divida por 2) entre 1 s e 2 s. (Essa é a velocidade média nesse intervalo.)

- c) Com base na resposta ao item b, demonstre que a distância percorrida no intervalo entre 1 s e 2 s é realmente 3 m.

- d) Com base na resposta ao item a, preveja a velocidade em 4 s.

- e) Use os dados da figura e os dos itens anteriores que julgar necessários para prever o espaço percorrido entre 3 s e 4 s.

- c) São conhecidos a velocidade média (v) no trecho e o intervalo de tempo (Δt). Assim:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta s = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta s = 3 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} \Rightarrow \Delta s = 3 \text{ m}$$

- d) Do instante 3 s para o instante 4 s, a velocidade aumentará 2 m/s, já que a aceleração é de 2 m/s². Assim, a velocidade no instante 4 s será de 8 m/s.

CHARGE

3. Na charge ao lado há uma afirmação. Vamos verificar se tal afirmação está de acordo com as leis da natureza. Considere que o carro sai do repouso para queda livre (ignore a resistência do ar) e que a aceleração da gravidade é 10 m/s^2 .
- Qual é a velocidade do carro, em m/s , após 1 s em queda?
 - E após 2 s?
 - E após 3 s?
 - Usando as informações do exercício 5 do *Use o que aprendeu*, converta a resposta do item c para km/h . Em seguida, responda se a afirmação da charge está correta.



FRASE

4. Após uma aula de Mecânica, um aluno chegou à seguinte conclusão: "Quando um móvel está em queda livre, a aceleração aumenta continuamente com o passar do tempo". Essa conclusão está correta? Explique.

TIRINHA



5. Considere que o diálogo da tirinha dura 4 s e que o paraquedista (personagem da esquerda) esteja caindo com **velocidade terminal** de 60 m/s .
- Nessa **absurda ficção**, por que o personagem da direita está subindo?
 - Explique, no contexto da Física, o que vem a ser *velocidade terminal*.
 - Que distância o homem em queda percorre em 4 s?
 - Com base em sua resposta anterior, explique por que (mesmo ignorando a situação ficcional envolvendo o personagem da direita) um diálogo de 4 s entre os personagens seria impossível.

3. a) 10 m/s
b) 20 m/s
c) 30 m/s
d) Vamos fazer o inverso do exercício 5 do *Use o que aprendeu*, transformando de m/s para km/h . Se a velocidade do móvel é de 30 m/s , isso equivale a 30 m percorridos a cada 1 s .

A distância de 30 m corresponde a $0,030 \text{ km}$ e o intervalo de 1 s equivale a 1 h dividida por 3.600 . Assim:

$$v = \frac{0,030 \text{ km}}{\frac{1 \text{ h}}{3.600}}$$

$$v = \frac{0,030 \text{ km} \cdot 3.600}{1 \text{ h}}$$

$$v = 108 \text{ km/h}$$

Concluimos, portanto, que a **charge está correta**. Como o automóvel atinge a velocidade de 108 km/h em 3 s de queda livre, isso significa que ele atinge 100 km/h em um pouco menos de 3 s .

4. A afirmação **não** está correta. A aceleração de um móvel em queda livre é constante e vale $9,8 \text{ m/s}^2$. O que não é constante no processo é a velocidade do objeto, que aumenta $9,8 \text{ m/s}$ a cada segundo.
5. a) Porque o fogão a gás explodiu.
b) É a velocidade constante com que um corpo cai, submetido à resistência do ar, atingida após algum tempo de queda, durante o qual o corpo é acelerado.
c) Se ele percorre 60 m a cada 1 s , então, em 4 s , ele percorrerá 4 vezes 60 m , ou seja, 240 m .
d) Durante os 4 s do diálogo, os personagens se afastariam tanto um do outro, que seria impossível um deles ouvir o que o outro está dizendo.

- e) Vamos calcular a velocidade média entre 3 s e 4 s e utilizá-la para determinar o espaço percorrido.

$$v = \frac{6 \text{ m/s} + 8 \text{ m/s}}{2} = 7 \text{ m/s}$$

$$\Delta s = 7 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} \Rightarrow \Delta s = 7 \text{ m}$$

Note que os itens c e e dessa atividade conduzem o aluno a **calcular deslocamentos** de um móvel que realiza um movimento retilíneo uniformemente variado **sem precisar** da equação horária do movimento!

6. a) Porque a resistência do ar atua diferentemente em cada uma.
- b) A tabela indica que, quanto maior o diâmetro da gota, maior a velocidade terminal.

Professor: quanto maior a massa da gota, mais tempo leva para ela atingir a velocidade terminal. (Leva mais tempo para a força resistente do ar se igualar à força peso.) Durante esse maior tempo de queda, a gota atinge velocidade mais alta.

7. O carro de corrida. Como ele atinge velocidades muito mais altas que os demais, a atuação da resistência do ar sobre ele é mais intensa. Para que ele desempenhe eficientemente o papel de atingir altas velocidades, precisa ter um formato que diminua a atuação da resistência do ar (chamado formato aerodinâmico).

TABELA

6. A tabela mostra a velocidade terminal de queda de gotas de chuva com tamanhos e massas diferentes.

Diâmetro da gota de chuva (mm)	Velocidade terminal (m/s)
0,0002	0,0000001
0,02	0,01
0,1	0,27
0,2	0,7
1,0	4,0
2,0	6,5
5,0	9,0

Fonte: C. D. Ahrens e R. Henson. *Meteorology today*. 11. ed. Boston: Cengage, 2016. p. 172.

- a) Por que as gotas não caem com a mesma velocidade?
- b) Qual é a relação entre o diâmetro da gota e a velocidade terminal?

FOTOGRAFIAS

7. Os veículos das fotos têm finalidades muito diferentes. Ao ser projetado, um deles requer muito mais cuidado que os outros quanto a seu formato, pois ele é essencial para a eficiência do veículo no desempenho de sua função. Qual é esse veículo? Explique.



Seu aprendizado não termina aqui

Aprender continuamente envolve, entre outras coisas, sempre avaliar as informações que recebemos antes de aceitá-las ou rejeitá-las. É comum ouvirmos pessoas dizendo que os

objetos mais pesados caem mais rápido que os objetos leves. Esteja atento a isso e **NÃO** incorpore você também tal ideia.

Quando o bico do pica-pau bate no tronco, aplica uma força a ele. Simultaneamente, o tronco aplica uma força de mesma intensidade ao bico do pica-pau. Como isso é possível se o tronco não se mexe? (Pica-pau-de-cabeça-amarela, *Celeus flavescens*. Comprimento da ave: 25 cm.)

Principais conteúdos conceituais

- Grandezas escalares e grandezas vetoriais
- Conceito de força
- Contribuições de Newton para o entendimento da relação entre massa, força e aceleração
- Massa e inércia
- Massa versus peso
- Dinamômetro

O capítulo comenta a diferença entre as grandezas escalares e as vetoriais, apresenta as três Leis de Newton e estuda vários casos cotidianos que podem ser explicados por elas.

Não é produtivo trabalhar todos os conceitos sem que os alunos tenham a chance de realizar atividades.

O ideal é trabalhar o capítulo em pequenas partes, ao final das quais realizam-se exercícios e outras atividades, conforme sugerido nos comentários que aparecem nas páginas deste Manual do professor.

Aproveite a pergunta formulada na legenda da foto dessa página para a sondagem de concepções prévias sobre força e sobre ação e reação. Retome essa abertura após trabalhar o item 10 do capítulo e convide os estudantes a reavaliarem as respostas dadas.

Motivação

A história fictícia envolvendo os piratas e o mapa do tesouro apresentada nessa abertura do capítulo é uma das possíveis maneiras de dar significado aos conceitos de vetor e de soma vetorial.

Os desenhos do final do item 3 mostram três maneiras de somar os cinco vetores deslocamento que constam do mapa do tesouro, possibilitando encontrá-lo mesmo sem saber qual é a sequência que estava no mapa original.

Existem 120 sequências diferentes para a soma desses vetores, e todas conduzem ao mesmo vetor resultante. Exemplos são apresentados aos estudantes e eles serão solicitados a propor outras sequências (veja comentário nas páginas 154 e 155 deste Manual do professor).

Conteúdos procedimentais sugeridos

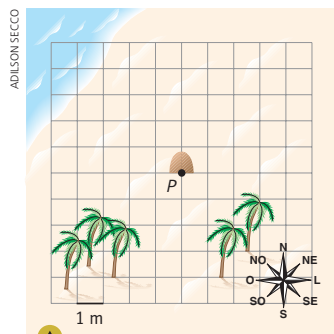
- Propor diferentes sequências para a soma vetorial de um mesmo conjunto de vetores e realizar essa soma (que conduz à percepção de que a ordem dos vetores não afeta o resultado).
- Realizar um experimento para comprovar a inércia.
- Constatar que a força peso atua na direção vertical, por meio da realização de um experimento com materiais de fácil acesso.
- Perceber, por experimentação com materiais simples, uma manifestação do Princípio da Ação e Reação.
- Simular medidas com dinamômetro usando um elástico de borracha.

O primeiro está relacionado ao *Para fazer no seu caderno* do item 3, que possibilita o desfecho da situação-problema apresentada na seção *Motivação* que abre o capítulo.

Os demais conteúdos referem-se aos experimentos das seções *Motivação* que estão antes dos itens 5, 8 e 10 e também ao experimento da atividade 9 do *Explore diferentes linguagens*.

RODRIGO ARRABA

ADILSON SECCO



A rocha, que é o local de partida, está no ponto P. Reflita: onde estará o tesouro?

MOTIVAÇÃO

Vamos imaginar que os três piratas ilustrados ao lado tenham enterrado um tesouro e elaborado um mapa, em **três partes**, com instruções para chegar a ele. A primeira parte indica a exata posição de uma rocha, que é o ponto de partida para a busca do tesouro. A segunda parte diz que é preciso:

- caminhar 4 m* para norte
- caminhar 4 m para leste
- caminhar 2 m para sul
- caminhar 3 m para oeste
- caminhar 2,82 m para sudeste

A terceira parte diz qual é a **sequência** em que devem ser seguidas as orientações da segunda parte do mapa.

O mapa foi rasgado em três pedaços, e cada pirata levou consigo uma das três partes, combinando reencontrarem-se após 20 anos. Acontece que, nesse período, o pirata que ficou com a terceira parte morreu e nunca mais se soube do paradeiro da sua parte do mapa.

Antes de prosseguir na leitura, pense e responda: existe algum jeito de os outros dois piratas encontrarem o tesouro já na primeira tentativa? Explique o raciocínio que você usou.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Massa: uma abordagem inicial

Galileu estudou os movimentos, preocupando-se com sua descrição matemática (capítulo anterior). Credita-se a outro cientista, o inglês **Isaac Newton** (1642-1727), esclarecer o que faz um corpo passar a se mover e como ele pode, ou não, manter-se em movimento, dependendo das circunstâncias. Neste capítulo, estudaremos as contribuições de Newton para a Mecânica, que são expressas em três leis, conhecidas como **Leis de Newton**. Ao estudá-las, será possível compreender melhor o que é massa, o que é peso e qual a distinção entre essas duas grandezas, assuntos que fazem parte de uma área da Mecânica chamada **Dinâmica**.

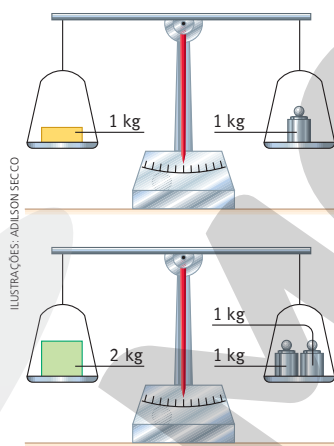
Vamos, **numa primeira abordagem**, considerar **massa** uma propriedade dos objetos que pode ser determinada com o uso de uma balança de dois pratos, como a que aparece nos desenhos ao lado.

O primeiro passo para determinar a massa de objetos é a escolha de um padrão. O padrão de massa mais conhecido e utilizado é o **quilograma**, simbolizado por **kg**.

Dizer que um objeto possui massa de 1 kg (um quilograma) significa dizer que, ao colocá-lo num dos pratos da balança, o equilíbrio será estabelecido pondo no outro prato o objeto padrão de massa 1 kg. Um objeto possui massa de 2 kg (dois quilogramas) quando, colocado num dos pratos da balança, o equilíbrio é atingido com 2 objetos de massa 1 kg no outro prato. E assim por diante.

* Na época das Grandes Navegações, em que se passavam as histórias de piratas, não existia a unidade metro (m). Mas isso pouco importa, já que essa é uma história inventada.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO



A tonelada e o grama são, respectivamente, múltiplo e submúltiplo importantes do quilograma:

1 tonelada	=	1 t	=	1.000 kg
1 grama	=	1 g	=	0,001 kg

Mais à frente, neste mesmo capítulo, daremos uma interpretação mais ampla para o conceito de massa.

2 Grandezas escalares

Grandeza é tudo aquilo que pode ser medido. Existem grandezas que estão totalmente caracterizadas quando informamos o valor numérico e a unidade em que foram medidas. Assim, por exemplo, se dizemos que a temperatura de uma sala é de 25 °C (vinte e cinco graus Celsius), utilizamos um número (25) e uma unidade (°C). Da mesma maneira, ao dizer que a massa de uma pessoa é 70 kg, informamos o valor numérico (70) e a unidade (kg).

Grandezas que estão totalmente expressas por um valor numérico seguido de uma unidade são denominadas **grandezas escalares**. São exemplos a temperatura e a massa.

Há, por outro lado, grandezas que precisam de mais que apenas número e uma unidade para estarem caracterizadas. É o caso dos deslocamentos indicados no mapa dos piratas (na abertura deste capítulo).

3 Grandezas vetoriais

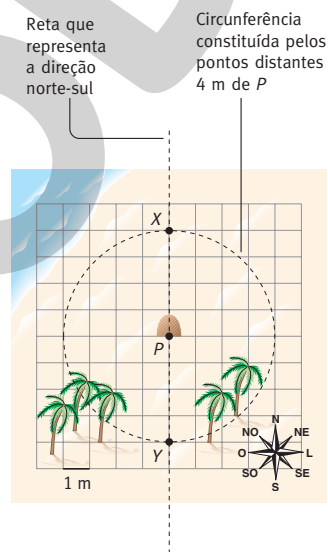
Grandeza vetorial tem módulo, direção e sentido

Vamos designar os deslocamentos envolvidos na busca do tesouro do seguinte modo:

- A – caminhar 4 m para norte
- B – caminhar 4 m para leste
- C – caminhar 2 m para sul
- D – caminhar 3 m para oeste
- E – caminhar 2,82 m para sudeste

Considere o deslocamento A. O valor 4 m é o **módulo** do deslocamento, ou seja, a distância a se deslocar. No entanto, dizer apenas que é preciso caminhar 4 m não é fazer uma indicação precisa. O ponto final desse deslocamento pode ser qualquer local situado a 4 m de distância do ponto de partida, como mostra a figura ao lado.

Surge, então, a dúvida: caminhar em que **direção**? Se dissermos “caminhar 4 m na direção norte-sul”, restringiremos a localização final a apenas duas possibilidades, representadas pelos pontos X e Y da figura ao lado.



Atente!

O livro do aluno apresenta breves noções sobre vetores. Mesmo não havendo a pretensão de uma abordagem em profundidade, é necessária muita atenção por parte do professor não que diz respeito às três características fundamentais de um vetor: módulo, direção e sentido.

Particularmente, merece atenção o conceito de módulo, pois provavelmente trata-se de algo totalmente novo para os estudantes.

Como a ideia do capítulo é evidenciar o caráter vetorial da grandeza força, vale ressaltar que o módulo de uma força é a intensidade dessa força, normalmente expressa em newtons.

Amplie o vocabulário!

(da página seguinte)

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

grandeza Tudo que pode ser medido.

grandeza escalar Grandeza que pode ser expressa por um número acompanhado (se for necessário) de uma unidade.

grandeza vetorial Grandeza que, para ser expressa, requer módulo (um número acompanhado, se necessário, de uma unidade), direção e sentido.

vetor Entidade matemática que se caracteriza por módulo, direção e sentido.

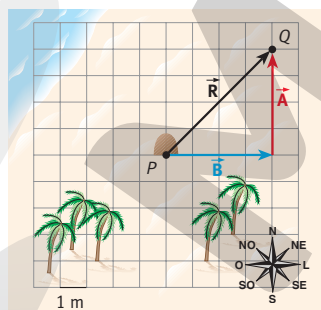
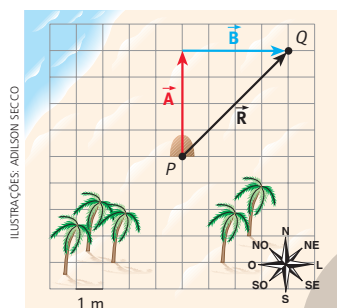
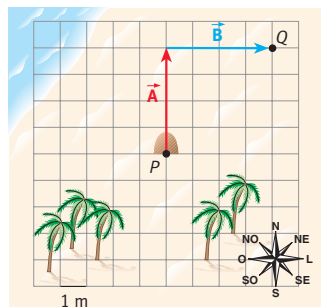
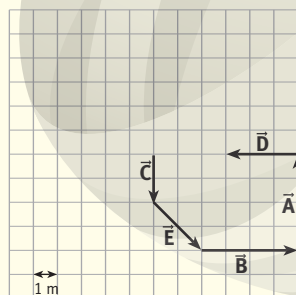
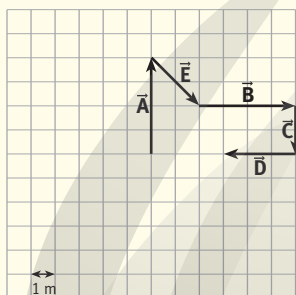
Para fazer no seu caderno

Os desenhos do final do item 3, na página 155, mostram três maneiras de somar os vetores $\vec{A}$, $\vec{B}$, $\vec{C}$, $\vec{D}$ e $\vec{E}$.

O Para fazer no seu caderno, que está próximo a eles, solicita outros três modos.

Há, ao todo, 120 (isto é, cinco fatorial, 5!) seqüências diferentes possíveis para ordenar esses cinco vetores, e todas conduzem ao mesmo vetor resultante $\vec{R}$.

Alguns outros exemplos de seqüências estão mostrados a seguir. Por simplicidade, para não congestionar as figuras, o vetor resultante não foi representado.



154

UNIDADE C • Capítulo 8

Surge, então, uma última pergunta: caminhar em que **sentido**: de norte para sul ou de sul para norte? A indicação “caminhar 4 m para norte” deixa subentendido que é um deslocamento na direção norte-sul e no sentido de sul para norte, o que conduz ao ponto X da figura.

Portanto, a indicação “caminhar 4 m para norte” presta três informações necessárias para caracterizar o deslocamento: o **módulo** (4 m), a **direção** (norte-sul) e o **sentido** (de sul para norte).

Toda grandeza que é caracterizada por um módulo, uma direção e um sentido é denominada **grandeza vetorial**.

Vetor

Uma grandeza vetorial pode ser representada geometricamente por meio de um segmento de reta orientado, denominado **vetor**.

Os vetores costumam ser representados por letras sobre as quais se desenha uma pequena seta, como $\vec{A}$ e $\vec{B}$.

Na figura ao lado, são mostrados dois deslocamentos representados pelos vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$, ou seja, são mostrados dois segmentos de reta orientados. A orientação do segmento no desenho é feita usando a ponta de seta.

O deslocamento $\vec{A}$ é representado por um vetor que indica sua **direção** (norte-sul), seu **sentido** (de sul para norte) e seu **módulo** (4 m). De modo similar, o outro deslocamento mostrado na figura é representado pelo vetor $\vec{B}$, que também indica **direção** (leste-oeste), **sentido** (do oeste para leste) e **módulo** (4 m).

Soma de vetores

Partindo de certo local, por exemplo, o ponto P do desenho ao lado, e seguindo as instruções:

- caminhar 4 m para norte (deslocamento representado pelo vetor $\vec{A}$);
- caminhar 4 m para leste (deslocamento representado pelo vetor $\vec{B}$).

chegamos ao local marcado com a letra Q.

O segmento de reta orientado do ponto P ao ponto Q representa o deslocamento total, ou deslocamento resultante, indicado por $\vec{R}$.

O vetor $\vec{R}$ é igual à soma dos vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$, indicada assim:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{R}$$

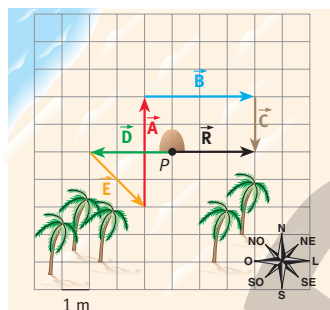
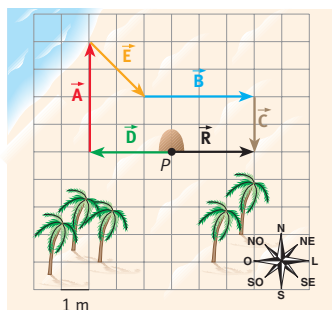
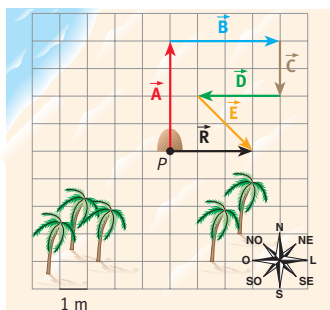
O desenho ao lado mostra o que aconteceria se o deslocamento $\vec{B}$ fosse realizado antes do deslocamento $\vec{A}$. Perceba que o vetor resultante $\vec{R}$ seria o mesmo. Em outras palavras, uma soma vetorial fornece o mesmo resultado, **qualquer que seja a ordem** dos vetores somados:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A} = \vec{R}$$

Ficou mais fácil responder se existe algum jeito de os piratas encontrarem o tesouro na primeira tentativa?

Partindo da rocha indicada na primeira parte do mapa, os deslocamentos indicados na segunda parte poderão ser realizados em **qualquer** sequência, pois, independentemente dela, o ponto de chegada será o mesmo.

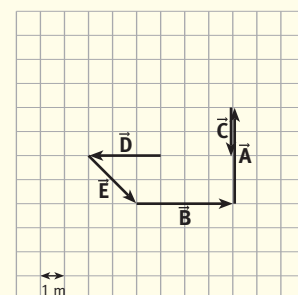
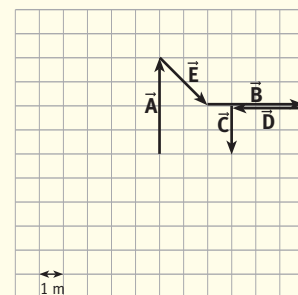
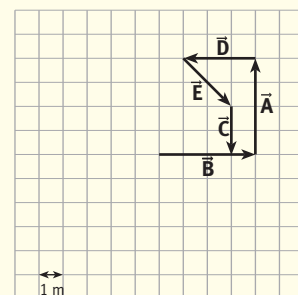
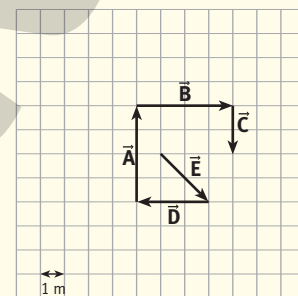
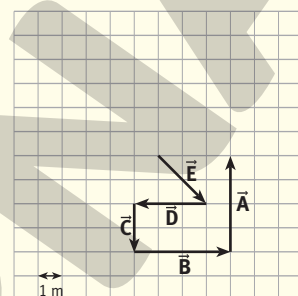
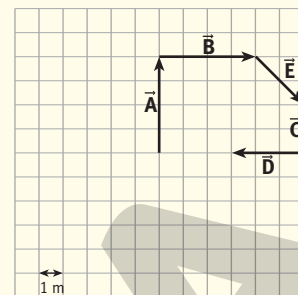
Em outras palavras, a terceira parte do mapa é totalmente desnecessária. Os desenhos a seguir mostram algumas das várias sequências possíveis para somar os vetores $\vec{A}$, $\vec{B}$, $\vec{C}$, $\vec{D}$ e $\vec{E}$, chegando ao vetor resultante $\vec{R}$.



ATIVIDADE

Para fazer no seu caderno

Faça um quadriculado e proponha nele outras três sequências, pelo menos, para somar os vetores $\vec{A}$, $\vec{B}$, $\vec{C}$, $\vec{D}$ e $\vec{E}$.



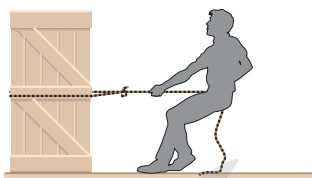
4 Força

Força é uma grandeza vetorial

Em nossa vida cotidiana estamos acostumados a usar a palavra *força* associada a empurrar ou a puxar objetos.

Uma **força** é capaz de alterar a situação de repouso ou de movimento de um corpo, de deformar um corpo ou, ainda, de anular a ação de uma outra força. Por enquanto, vamos nos valer da noção cotidiana de que aplicar uma força a um objeto é empurrá-lo ou puxá-lo.

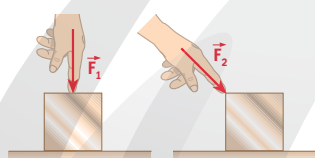
Quando aplicamos uma força a um objeto, ela é aplicada com certa intensidade (módulo), em certa direção e certo sentido. **Força** é, portanto, **uma grandeza vetorial**, como mostra o desenho abaixo.



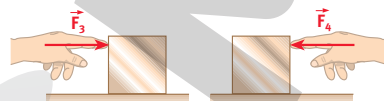
Representação da força aplicada ao caixote

A direção de aplicação da força é horizontal. O sentido é da esquerda para a direita.

A unidade mais usada para expressar intensidade de forças é o **newton**, simbolizado por N. O significado de uma força de 1 N (lê-se “um newton”) será visto ainda neste capítulo.



Forças aplicadas em diferentes direções



Forças aplicadas na mesma direção, mas em sentidos diferentes

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e inclui-lo no nosso blog.

- grandeza
- grandeza escalar
- grandeza vetorial
- vetor



Saiba de onde vêm as palavras

“Escalar” tem origem na palavra “escala”, a qual vem do latim *scala*, que significa escada.

“Vetor” vem do latim *vectore*, portador, transmissor, condutor.

Interdisciplinaridade

Ao analisar em sala o terceiro esquema da direita, aquele em que dois vetores de módulo 100 N perpendiculares entre si são somados, faça com os alunos uma recordação do **Teorema de Pitágoras**, provavelmente já estudado em Matemática, e utilize-o para mostrar que a hipotenusa de um triângulo retângulo com catetos de medida 100 vale 141.

No caso, temos:

$$\begin{aligned}\text{hipotenusa} &= F_R \\ \text{cateto} &= 100 \text{ N} \\ \text{cateto} &= 100 \text{ N}\end{aligned}$$

Então:

$$(F_R)^2 = (100 \text{ N})^2 + (100 \text{ N})^2$$

$$(F_R)^2 = 20.000 \text{ N}^2$$

$$F_R = \sqrt{20.000 \text{ N}^2}$$

$$F_R = 141 \text{ N}$$

Para fazer no seu caderno

A meta é levar os alunos a concluir que, se os vetores de módulos 50 N e 30 N estiverem na mesma direção e no mesmo sentido, a resultante terá o maior módulo possível (80 N) e, se estiverem na mesma direção, mas em sentidos opostos, a resultante terá o menor módulo possível (20 N).

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

força Grandeza vetorial que, aplicada a um corpo, é capaz de alterar sua situação de repouso ou de movimento.

força resultante Força que produziria efeito equivalente ao de todas as forças que atuam simultaneamente sobre um corpo.



ATIVIDADE

Para fazer no seu caderno

Duas forças, uma de 50 N e outra de 30 N, são aplicadas a um corpo.

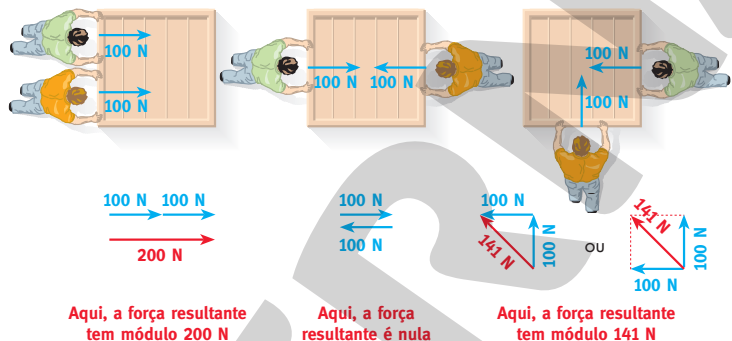
Como aplicá-las para obter a resultante de maior módulo possível?

E para obter a resultante de menor módulo possível?

Força resultante

Imagine duas pessoas tentando mover um corpo, por exemplo, um caixote apoiado sobre o chão. Se cada uma delas aplicar uma força de 100 N, poderemos somar vetorialmente ambas as forças a fim de obter a **força resultante**, ou seja, a força cujo efeito equivale ao efeito das forças somadas.

Conforme mostram os desenhos abaixo, a força resultante depende da direção e do sentido das forças de 100 N aplicadas ao corpo.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO



ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

• força

• força resultante

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

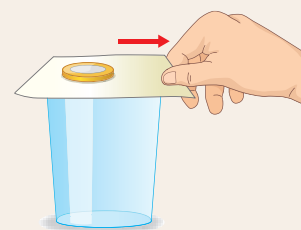
- Investigar um fato relacionado ao Princípio da Inércia (Primeira Lei de Newton).

Você vai precisar de:

- copo
- moeda
- pedaço de cartolina um pouco maior que a “boca” do copo

Procedimento

- Coloque a moeda sobre o pedaço de cartolina e este sobre a “boca” do copo, como mostra a figura ao lado.
- Dê um rápido puxão horizontal no pedaço de cartolina e observe o que ocorre com a moeda. Esse puxão deve ser o mais rápido e repentino possível.
- Repita o item 2, só que puxando vagarosamente a cartolina. Que diferença você nota em relação ao caso anterior?
- Por que ocorre essa diferença?



REINALDO VIGNATI

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

5 Primeira Lei de Newton

Enunciado da Primeira Lei de Newton (Princípio da Inércia)

Imagine que fosse possível a um astronauta, no espaço distante, estar longe da influência de qualquer corpo celeste. Se ele aplicasse uma força sobre uma bola para colocá-la em movimento, a bola, livre da resistência do ar e do atrito com outros corpos, continuaria para sempre em movimento retilíneo e uniforme.

A **Primeira Lei de Newton**, ou **Princípio da Inércia**, pode ser enunciada como: *Um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante. E um corpo que está em movimento retilíneo e uniforme tende a permanecer em movimento retilíneo e uniforme, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante.*

Que o estado de repouso é uma tendência natural e que ele só é alterado devido à aplicação de uma força é uma afirmação relativamente fácil de aceitar, pois está de acordo com muitas observações cotidianas. A grande inovação da Primeira Lei de Newton é considerar o movimento retilíneo e uniforme um estado equivalente ao repouso, e afirmar, portanto, que esse estado também só pode ser alterado mediante a atuação de uma força resultante. (A situação de movimento perpétuo não nos parece óbvia porque vivemos em um planeta no qual há pelo menos dois fatores que dificultam a análise dos movimentos: a resistência do ar e o atrito.)

Um corpo sempre oferece resistência a alterações em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme. Essa resistência é denominada **inércia** e é uma característica dos corpos. Cada corpo possui uma inércia que lhe é característica e, como veremos mais à frente, a massa do corpo é a medida da inércia desse corpo.



Numa colisão frontal, a tendência do ocupante de um veículo é continuar em movimento e colidir contra o painel e o vidro. Por isso, o cinto de segurança desempenha papel vital.



ATIVIDADE

Para discussão em grupo

Como explicar os resultados do experimento da página anterior?



Saiba de onde vêm as palavras

"Inércia" vem do latim *inertia*, falta de ação, falta de atividade.



Como o Princípio da Inércia pode ajudá-lo a tirar *ketchup* do frasco quando resta pouco produto lá dentro?

Conteúdos atitudinais sugeridos

- Apreciar o entendimento das regularidades da natureza.
- Valorizar a observação como importante meio para obter informações.
- Ponderar que os avanços técnicos são, quase sempre, consequência da utilização de princípios científicos.
- Interessar-se pelas ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender melhor o mundo que nos cerca.

Essas atitudes, conforme já comentado, permeiam o curso de Ciências da Natureza.

Este capítulo é abundante em oportunidades para desenvolvê-las nos estudantes, tais como os experimentos e as aplicações às situações cotidianas.

Aprofundamento ao professor

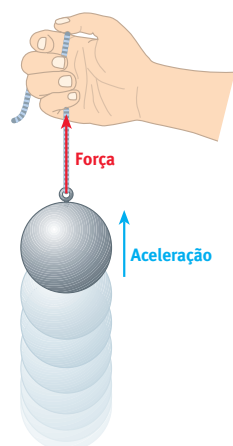
A inércia já havia sido constatada por Galileu e registrada em sua obra. Sobre isso, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto "Galileu e a inércia".

Para discussão em grupo

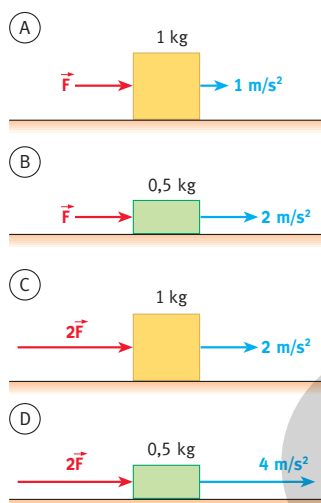
A intenção é usar o Princípio da Inércia para explicar o resultado do experimento da moeda. Aproveite também para fazer uma avaliação prévia (sondagem) dos conceitos que os alunos têm sobre força de atrito.

Atividades

Ao final desse item 5, são recomendados os exercícios 1 a 6 do *Use o que aprendeu* e as atividades 1 a 3 do *Explore diferentes linguagens*.



▲
Força é um agente causador de aceleração.



(Representação esquemática.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

6 Segunda Lei de Newton

Força resultante produz aceleração

Se um corpo está em repouso (em relação a um certo referencial), sua velocidade é zero. Se for colocado em movimento, sua velocidade deixará de ser nula e, portanto, o objeto foi acelerado. De modo similar, se um corpo em movimento retilíneo e uniforme (e, portanto, com aceleração nula, já que a velocidade é constante) for forçado a parar, também podemos afirmar que ele sofreu uma aceleração (popularmente fala-se, nesse caso, em “desaceleração”).

Pela Primeira Lei de Newton, em ambas as situações — do repouso ao movimento retilíneo e uniforme, ou ao contrário —, uma força resultante atua sobre o corpo.

Disso, concluímos que **a atuação de uma força resultante sobre um corpo produz nele uma aceleração**. Esse é o tema da Segunda Lei de Newton, que veremos a seguir.

Alguns fatos experimentais

Perceber, por meio de experimentos, a relação entre força e aceleração não é uma tarefa muito fácil, devido às complicações representadas pelo atrito e pela resistência do ar.

As figuras ao lado apresentam alguns dados experimentais obtidos em um laboratório suficientemente equipado para realizar experimentos nos quais o atrito e a resistência do ar não atrapalhem.

Imagine que um bloco de massa 1 kg esteja em repouso sobre uma **superfície perfeitamente lisa**. Submetido à ação de uma **força resultante** horizontal de intensidade F , esse bloco adquire uma aceleração de 1 m/s^2 , conforme ilustrado em **A**. Se a mesma força resultante atuar sobre um bloco de massa 0,5 kg, verifica-se que a aceleração adquirida será de 2 m/s^2 , conforme **B**.

Se uma força resultante horizontal com o dobro da intensidade, $2F$, atuar num bloco de massa 1 kg, ele adquire aceleração de 2 m/s^2 (veja **C**), e, se atuar num bloco de massa 0,5 kg, ele adquire aceleração de 4 m/s^2 (veja **D**).

Você percebe a regularidade matemática envolvida?

Analisando os fatos experimentais

Comparando **A** e **C**, percebemos que, quando a força resultante que atua sobre um certo corpo é duplicada, a aceleração decorrente também duplica. A mesma conclusão pode ser tirada comparando **B** e **D**. Muitos experimentos desse tipo permitem fazer a generalização seguinte.

Em palavras: A aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força resultante que atua sobre ele.

Comparando **B** e **C**, verificamos que, se a massa de um corpo é o dobro da de outro, é necessário que a força resultante seja duplicada para acelerá-lo igualmente. Vários experimentos como esse levam à conclusão a seguir.

Em palavras: A força resultante que produz certa aceleração num corpo é diretamente proporcional à sua massa.

Finalmente, comparando **A** e **B**, verificamos que, se dois corpos estão submetidos à mesma força resultante e se um deles tem metade da massa do outro, então este adquirirá o dobro da aceleração. A mesma conclusão pode ser tirada comparando **C** e **D**. Isso pode ser generalizado como segue.

Em palavras: Sob ação de uma força resultante, a aceleração de um corpo é inversamente proporcional à sua massa.

Enunciado da Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica)

Considerando a seguinte simbologia:

F_R – módulo da força resultante que atua sobre um corpo

m – massa do corpo

a – aceleração do corpo

podemos enunciar matematicamente as conclusões tiradas.

Em equação:

$$F_R = m \cdot a$$

Essa equação matemática foi enunciada por Isaac Newton no século XVII e é conhecida como **Segunda Lei de Newton**, ou **Princípio Fundamental da Dinâmica**.

Aplicando-a ao caso **A** da página anterior, temos:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

A unidade $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$, que aparece nesse cálculo, pode ser usada para expressar a intensidade (módulo) de uma força. É simplificada denominada **newton** e representada por **N**.

Assim, podemos afirmar que um newton (1 N) é a intensidade de uma força resultante que, atuando em um corpo de massa 1 kg, faz com que ele adquira a aceleração de 1 m/s^2 .

A força resultante que atua sobre o corpo nos casos **A** e **B** da página anterior tem intensidade de 1 N.

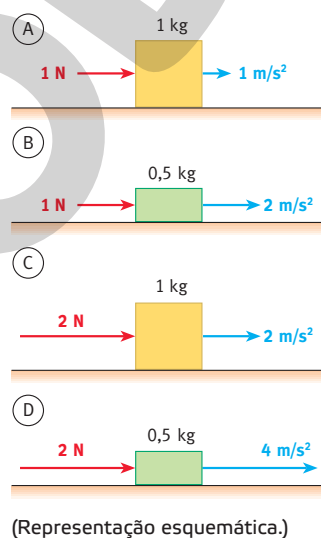
Os desenhos que aparecem ao lado repetem os da página anterior, só que mostram a intensidade da força resultante expressa em newtons. Observe que, em cada um dos quatro casos, é obedecida a equação $F_R = m \cdot a$.

$$\text{A } F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 1 \text{ N}$$

$$\text{B } F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 0,5 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 1 \text{ N}$$

$$\text{C } F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 2 \text{ N}$$

$$\text{D } F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 0,5 \text{ kg} \cdot 4 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 2 \text{ N}$$



(Representação esquemática.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Atente!

Esteja também atento à equação que expressa a Segunda Lei de Newton.

No livro do aluno, ela foi grafada como $F_R = m \cdot a$, ou seja, na forma escalar e não na forma vetorial, que seria $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$.

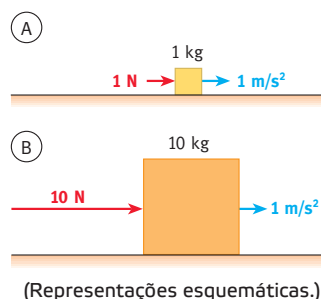
Optou-se pela forma escalar – embora ela não expresse completamente a riqueza e a abrangência da lei – por que o livro do aluno não aborda a aceleração de modo vetorial.

Um trabalho vetorial da aceleração demandaria o mesmo tipo de tratamento também para a grandeza velocidade. Além disso, seria necessário discutir a multiplicação de grandeza vetorial (por exemplo, $\vec{a}$) por grandeza escalar (por exemplo, m). Isso implicaria muito mais páginas, no livro do aluno, e muito mais tempo para trabalhar tais conceitos, na escola. Na nossa opinião, o tratamento vetorial de velocidade, aceleração e do Princípio Fundamental da Dinâmica pode, e deve, ser deixado para o Ensino Médio.

Analisando o capítulo, percebe-se que as ilustrações e os exemplos apresentados foram elaborados levando em conta os aspectos vetoriais da Segunda Lei de Newton a fim de se apresentarem conceitualmente corretos.

Atividades

Ao final do item 6, o momento é oportuno para os exercícios 7 a 10 do Use o que aprendeu.



A Segunda Lei de Newton permite-nos fazer uma série de previsões referentes ao movimento dos corpos. Vamos supor que se deseje fazer com que um corpo de massa 3 kg adquira a aceleração de 5 m/s^2 . Qual é a força resultante que deve ser aplicada a esse corpo?

O cálculo é o seguinte:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 3 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 15 \text{ N}$$

O significado da massa de um corpo

Se dois blocos, um de massa 1 kg e outro de massa 10 kg, podem deslizar, sem atrito, sobre uma mesma superfície e se desejarmos fazer com que cada um adquira a aceleração de 1 m/s^2 (figuras A e B), a força resultante deverá ser a mesma?

A Segunda Lei de Newton nos permite prever que não.

$$\text{A } F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 1 \text{ N}$$

$$\text{B } F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 10 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_R = 10 \text{ N}$$

É necessária uma força resultante mais intensa para que o bloco de maior massa adquira a mesma aceleração do outro bloco. Em outras palavras, **o bloco de maior massa oferece maior resistência a ser colocado em movimento**. Ele apresenta **maior inércia**. Isso permite entender o que significa a massa de um corpo.

A massa é uma medida da inércia de um corpo, ou seja, quanto maior for a massa de um corpo, maior será a força resultante necessária para que ele adquira determinada aceleração. Essa interpretação é uma decorrência da Segunda Lei de Newton.

Em palavras: A massa expressa a proporcionalidade entre a força resultante que atua sobre um corpo e a aceleração que ele adquire devido à atuação dessa força.

7 Força peso

Cálculo da intensidade da força peso

No capítulo anterior vimos que um corpo em queda livre cai com a aceleração da gravidade ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

Já que o corpo em queda livre está acelerado, pela Segunda Lei de Newton concluímos que sobre ele atua uma força resultante. Essa força, denominada **força peso**, ou simplesmente **peso**, deve-se à atração gravitacional exercida pela Terra. Podemos determinar a intensidade da força peso, P , usando a Segunda Lei de Newton.

Aproximando* g para 10 m/s^2 e considerando um corpo de massa 1 kg e outro de massa 10 kg (veja o esquema ao lado), temos:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow P = m \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 10 \text{ N}$$

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow P = m \cdot g = 10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 100 \text{ N}$$

Como você percebe, objetos de massas diferentes têm pesos diferentes. Um objeto de massa 1 kg pesa 10 N e um objeto de massa 10 kg pesa 100 N.

* Em todo este capítulo, g será aproximado para 10 m/s^2 .

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Em queda livre, os dois objetos movem-se com a mesma aceleração (g). (Representação esquemática.)

Peso, massa e queda livre

Acabamos de mostrar que massa e peso não são a mesma coisa. **Massa** é uma **grandeza escalar** que expressa a inércia de um corpo. **Peso** é a força — portanto, uma **grandeza vetorial** — com que a Terra (ou outro astro) atrai um corpo.

A **massa** é expressa em **kg** (ou seus múltiplos e submúltiplos) e o **peso** é expresso em **N**.

Apesar de serem grandezas distintas, peso e massa estão relacionados. O peso depende da massa do corpo. Um corpo de massa 1 kg pesa menos do que um corpo de massa 10 kg.

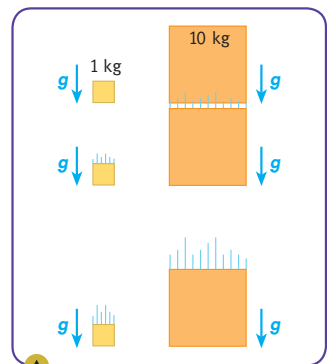
Então, voltamos a um tema do capítulo anterior: por que, em queda livre, os corpos de maior massa (que são mais pesados) não caem mais rapidamente que os objetos de menor massa?

A Segunda Lei de Newton nos ajuda a entender. Partindo da expressão $P = m \cdot g$, podemos isolar g . Assim:

$$g = \frac{P}{m} = \frac{10 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = \frac{100 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 10 \text{ m/s}^2$$

Para o corpo de massa 1 kg → Para o corpo de massa 10 kg

Perceba que peso e massa são diferentes para ambos os objetos, porém a aceleração da gravidade é a **mesma**. Por isso, se ambos forem abandonados simultaneamente, percorrem distâncias iguais durante um mesmo tempo de queda livre, como mostra a figura na lateral.



Objetos de massas diferentes, abandonados simultaneamente, percorrem a mesma distância no mesmo intervalo de tempo quando em queda livre (desprezada a resistência do ar). (Representações esquemáticas.)

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

• inércia • massa • peso

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- ▶ Obter evidência de que a força peso atua mesmo que o objeto não esteja em queda livre. Investigar a direção de atuação da força peso.

Você vai precisar de:

- duas cadeiras iguais
- linha
- clipe
- régua

Procedimento

1. Amarre a linha no centro da régua e no clipe.
2. Apoie a régua sobre o encosto das duas cadeiras, como mostra a figura **A**, e espere o clipe parar de balançar (não deve haver vento no local). Observe a linha. Ela está na posição vertical?
3. Levante bem devagar uma das extremidades da régua, como mostra a figura **B**. A linha continua na vertical? Ou não? Tente explicar o que observou.

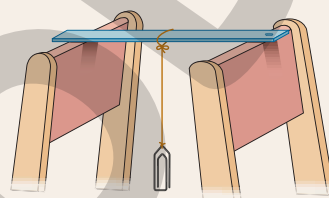


Figura A

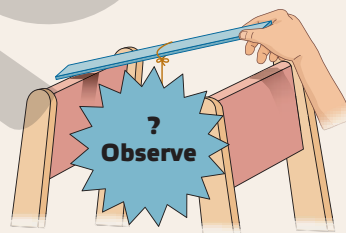


Figura B

ILUSTRAÇÕES: REINALDO VIGNATI

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

inércia Resistência que os corpos oferecem a alterar seu estado de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme. Ou, equivalentemente, tendência que os corpos têm a permanecerem em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme.

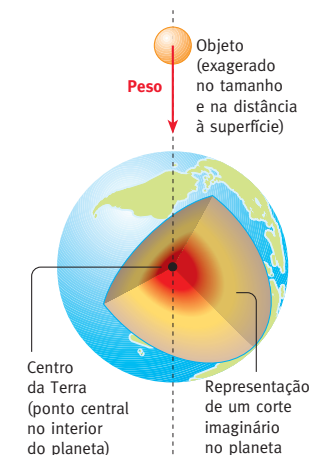
massa Grandeza (escalar) que expressa a inércia de um corpo. Quanto maior a massa de um corpo, maior a sua inércia.

peso Força (grandeza vetorial) de atração gravitacional que atua sobre um corpo.

Tema para pesquisa

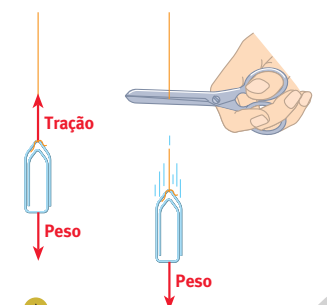
O fio de prumo é um fio do qual pende um “peso” de metal. É usado para indicar a direção vertical, a exemplo do que foi feito no experimento da seção *Motivação* da página 161.

Aproveite para comentar a origem da palavra “prumo”, que está no latim *plumbum*, chumbo. O chumbo foi muito usado nesse tipo de montagem (hoje, prefere-se aço ou latão) em decorrência de sua alta densidade, isto é, alta massa por unidade de volume. Tem-se aqui um gancho com o capítulo 1, que aborda densidade, e com o 2, que inclui os metais.



Esquema da direção da força peso. (Em corte e fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: J. D. Cutnell e K. W. Johnson. *Physics*. Hoboken: John Wiley, 2012. p. 95.



Quando o fio é cortado, a tração deixa de contrabalançar a força peso e o clipe cai.



ATIVIDADE

Tema para pesquisa

O que é fio de prumo e para que serve?

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

Sentido e direção em que ocorre a atuação da força peso

O peso é uma grandeza vetorial. Portanto, apresenta intensidade (módulo), direção e sentido. A intensidade da força peso pode ser calculada multiplicando a massa pela aceleração da gravidade, de acordo com a Segunda Lei de Newton. A direção é a linha que passa pelo objeto e pelo centro da Terra. O sentido é o que aponta para o centro da Terra. Observe o esquema ao lado.

Agora, reflita: o que isso tem a ver com o resultado do experimento anterior?

8 Força de tração

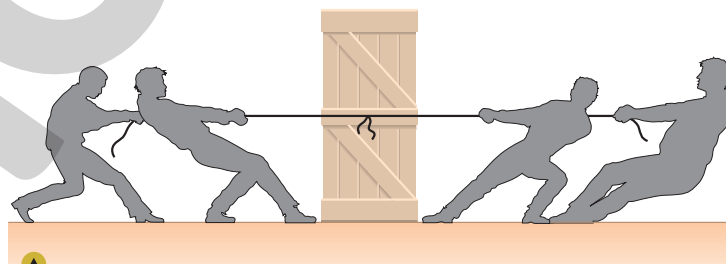
Quando uma pessoa tenta arrastar um caixote, puxando uma corda amarrada a ele, está aplicando uma força ao caixote. No entanto, a pessoa não está tocando diretamente no caixote. É a corda que transmite a força a ele.

Fios, linhas e cordas podem ser usados para “transmitir” forças, como nesse exemplo. A força transmitida por esses elementos, quando puxados, é denominada **força de tração**, ou, simplesmente, **tração**.

Considere um clipe pendurado por uma linha, conforme mostra o desenho ao lado. Se cortarmos a linha com uma tesoura, imediatamente a força peso provocará a queda do clipe. Isso quer dizer que, antes de cortar a linha, a força peso não atuava sobre o clipe?

Sim, atuava. Acontece que o clipe não caía porque a linha exercia sobre ele uma força de tração que equilibrava a força peso.

Vamos analisar essa situação usando a Segunda Lei de Newton. Como o clipe está em repouso, sua aceleração é nula ($a = 0 \text{ m/s}^2$). Então, a força **resultante** sobre o clipe é zero, pois $F_R = m \cdot a$. Concluimos, portanto, que a força de tração que a linha exerce sobre o clipe tem a mesma intensidade, a mesma direção, mas sentido oposto ao da força peso.



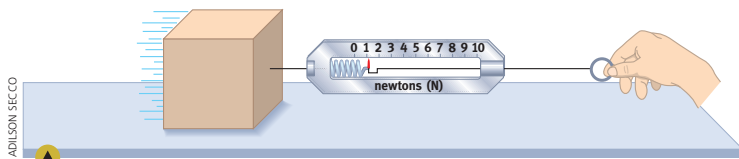
As quatro pessoas estão puxando a corda amarrada ao caixote. Se o caixote não estiver acelerando, o que podemos afirmar a respeito da força resultante sobre ele?

9 Medida da força peso

O dinamômetro

Uma das propriedades das forças é a capacidade de provocar deformações em certos corpos, como as molas. A deformação de uma mola é proporcional à força que a deforma, como mostra o desenho ao lado.

O **dinamômetro** é um aparelho usado para medir forças. Ele consiste numa mola acompanhada de uma escala graduada que associa a **deformação dessa mola** ao valor da força, em newtons (veja o esquema abaixo).



Dinamômetro em uso. (Esquema fora de proporção.)

Um dinamômetro funciona dentro de certos limites para os quais foi projetado. Se ele for submetido a forças muito grandes, maiores que aquelas a que se destina a medir, sua mola sofrerá deformações permanentes e o instrumento ficará inutilizado.

Já que o peso é uma força, ele pode ser medido com um dinamômetro, conforme aparece esquematizado ao lado.

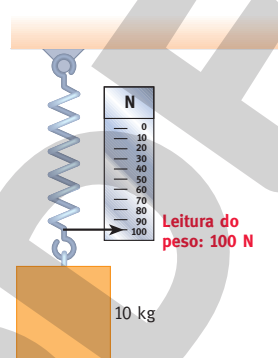
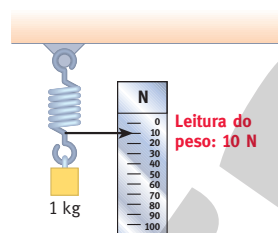
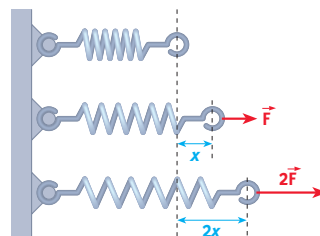
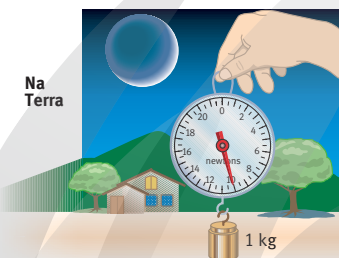
O peso de um objeto pode variar; a massa, não

Se um corpo está nas proximidades da Terra, seu peso é a força com que a Terra o atrai. Se, contudo, esse corpo estiver nas proximidades de outro astro que não seja a Terra, seu peso será a força com que esse astro o atrai.

Na Lua, a aceleração da gravidade é $1,6 \text{ m/s}^2$, cerca de seis vezes menor que na Terra. Se um objeto de massa 1 kg for levado até a Lua, sua massa permanecerá a mesma, mas seu peso passará a ser cerca de seis vezes menor:

$$\text{Na Terra: } P = m \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 10 \text{ N}$$

$$\text{Na Lua: } P = m \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 1,6 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 1,6 \text{ N}$$



Dinamômetro sendo usado para medir peso. Há dinamômetros construídos para indicar a leitura por meio de ponteiro ou até mesmo de mostrador digital. (Esquema fora de proporção.)

A massa de um objeto se mantém, mas seu peso varia conforme a aceleração da gravidade. (Representação esquemática e fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: H. D. Young e R. A. Freedman.
University Physics. 14. ed. Harlow:
Pearson, 2016. p. 115.

Atente!

Quando os físicos afirmam que a massa de um objeto não varia, estão se referindo à massa medida por um observador em relação ao qual o objeto esteja em **repouso** ou em velocidade muito **pequena** se comparada à velocidade da luz ($3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$).

É esse o caso dos objetos de dimensões **macroscópicas** com os quais tomamos contato em nossa vida diária.

Segundo a Teoria da Relatividade de Einstein, a massa de um objeto varia em função da sua velocidade. Essa variação é relevante apenas para corpos que se movimentam com velocidades próximas à velocidade da luz e não será comentada neste livro.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

tração Força que é transmitida por meio de um fio (linha, cordão, corda, arame etc.).

dinamômetro Um instrumento utilizado para medir forças como a tração em um fio ou o peso de um objeto.

balança Instrumento que possibilita medir a massa de um objeto (não o seu peso).

Atividades

Ao término dessa página, os exercícios 11 a 16 do *Use o que aprendeu* já podem ser feitos pelos estudantes.

Em destaque

Não confunda massa com peso

A confusão entre massa e peso é comum nas conversas do dia a dia. Contudo, ao estudar Ciências Naturais, é importante ter clara noção da distinção entre esses dois conceitos.

Uma pessoa jamais pode “pesar” 48 kg. Ela pode ter massa de 48 kg. E, se for essa a massa da pessoa, então ela pesa, na Terra, 480 N.

Medir a massa é um procedimento feito com uma **balança**, que compara a massa de um objeto com a de objetos de massa padronizada. Pesar é determinar o peso de um objeto. Isso é feito com um dinamômetro corretamente calibrado em unidades de força (newtons).

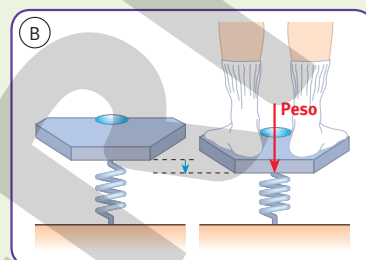
A balança mede massa. O dinamômetro mede força. Portanto, um dinamômetro não é uma balança.

Porém, já que há uma relação fixa entre o peso de um objeto e sua massa, desde que a aceleração da gravidade seja constante, existem alguns dinamômetros graduados em quilogramas em vez de newtons. Neles, onde deveria estar marcado 10 N (peso de um objeto de 1 kg) aparece a marcação 1 kg. Onde deveria aparecer 20 N (peso de um objeto de 2 kg) aparece 2 kg. E assim por diante. Tais dinamômetros são incorretamente denominados “balanças de mola” ou simplesmente “balanças”.

As “balanças” domésticas para cozinha e para banheiro e a maioria das “balanças” de farmácia são, na verdade, dinamômetros calibrados em quilogramas.



EDUARDO SANTALESTRA



ADILSON SECCO

A “balança” de banheiro (A) é, na verdade, um dinamômetro em que a compressão de uma mola é usada para avaliar o peso da pessoa (B) e, por conseguinte, estimar sua massa.



FERNANDO FAVORETTO/CIAR IMAGEM

As “balanças” de farmácia são, na sua maioria, dinamômetros calibrados de modo que sua escala mostre a massa que corresponde ao peso medido (ainda que tenham mostrador digital).



Saiba de onde vêm as palavras

“Gravidade” vem do grego *grave*, pesado.

“Dinamômetro” vem do grego *dúnamis*, força, e *métron*, que mede, medição.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- tração
- dinamômetro
- balança

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- ▶ Investigar a atuação do Princípio da Ação e Reação (Terceira Lei de Newton).

Você vai precisar de:

- barbante (uns 3 m)
- balão de borracha
- canudinho para refresco
- alguém para ajudá-lo
- fita adesiva

Procedimento

1. Passe o barbante por dentro do canudinho.
2. Encha o balão. Segure a “boca” do balão, mantendo-a fechada. Prenda o balão ao canudinho com a fita adesiva.
3. Você e a pessoa que o ajuda devem segurar o barbante esticado. Solte a “boca” do balão e observe seu movimento. A figura acima ilustra o procedimento geral.
4. Proponha uma explicação para o que observou.



RODRIGO ARRAYS

Atente!

O Princípio da Ação e Reação é fundamental para que os estudantes compreendam a movimentação de foguetes espaciais.

Um erro conceitual comum é pensar que um foguete se move porque os gases expulsos batem contra o solo ou a atmosfera.

De fato, um foguete pode se movimentar mesmo longe do solo ou fora da atmosfera terrestre. Ele se move em decorrência do Princípio da Ação e Reação.

O foguete exerce uma força sobre os gases que dele são expulsos e esses gases, por sua vez, exercem sobre ele uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário. Na página 177, no item 2 do capítulo seguinte (que é sobre gravitação), essa informação será explicitada.

Caso julgue conveniente, já pode comentar isso com eles assim que tiver trabalhado o item 10 deste capítulo.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

10 Terceira Lei de Newton

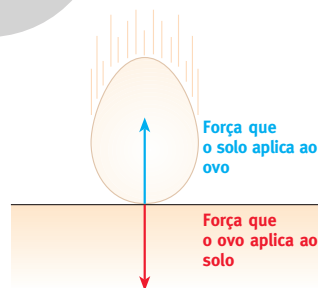
Enunciado da Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação)

Se um martelo em queda atingir seu pé, ele vai machucá-lo porque, no momento do contato, exercerá sobre seu pé uma força. Isso é fácil de entender e de aceitar.

Acontece que seu pé também aplica ao martelo uma força com intensidade igual à da força que recebe do martelo. Isso já é mais difícil de entender e de aceitar.

Vamos, então, escolher um exemplo mais convincente. Imagine um ovo caindo no chão. No momento do contato, o ovo aplica sobre o chão uma força vertical para baixo e o chão aplica sobre o ovo uma força vertical para cima, de mesma intensidade. É essa força que faz o ovo quebrar!

Ao bater com a mão numa parede, você estará aplicando uma força a ela. Ao mesmo tempo, sua mão receberá da parede uma força de mesma intensidade, que poderá até machucá-la.



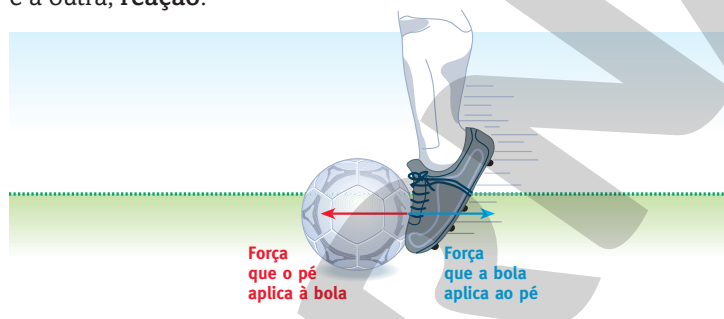
ADILSON SECCO

Atividades

Ao final dessa página, são indicados os exercícios 17 e 18 do *Use o que aprendeu* e as atividades 4 a 7 do *Explore diferentes linguagens*.

Quando você chuta uma bola, aplica a ela uma força que a faz se movimentar. E ela aplica a seu pé uma força que você pode sentir.

Newton expressou ideias como essas por meio da chamada **Terceira Lei de Newton**, ou **Princípio da Ação e Reação**, que pode ser assim enunciada: *para qualquer força que um corpo A aplique a um corpo B, haverá uma força de mesma intensidade, de mesma direção, mas de sentido contrário, aplicada pelo corpo B ao corpo A*. Uma dessas duas forças, não importa qual, pode ser chamada **ação**, e a outra, **reação**.

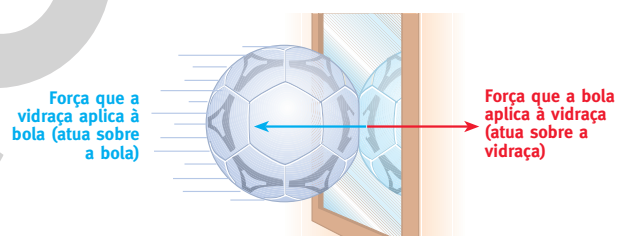


Ação e reação atuam em corpos distintos

A Terceira Lei de Newton revela que as **forças sempre ocorrem aos pares**. Em outras palavras, **forças são o resultado da interação entre corpos**. É o martelo interagindo com o pé, o ovo interagindo com o chão, a mão interagindo com a parede etc.

Uma característica muito importante de todo par de forças ação-reação é que elas atuam em corpos **distintos**, nunca no mesmo corpo. Quando alguém tenta empurrar a parede (a palavra “empurrar” indica aqui a aplicação de uma força, e não um movimento), a parede empurra essa pessoa com força de mesma intensidade e mesma direção, mas sentido oposto. Uma dessas forças, aquela aplicada pela pessoa, age sobre a parede. A outra força, aquela aplicada pela parede, age sobre a pessoa.

Já que ação e reação atuam sobre corpos distintos, elas frequentemente têm efeitos distintos. Quando uma bola de futebol atinge uma vidraça, ambos os corpos interagem; a força que a vidraça aplica à bola reduz sua velocidade, enquanto a força que a bola aplica à vidraça pode quebrá-la.



No experimento da página anterior, a borracha do balão inflado exerce uma força sobre o ar interno, empurrando-o para fora do balão. Simultaneamente, esse ar exerce sobre a borracha do balão uma força de sentido contrário, que faz o balão se movimentar.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

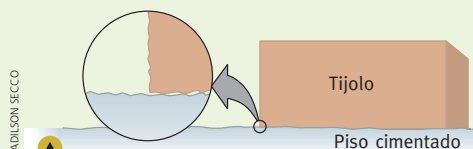
Após a leitura e interpretação das diversas passagens do texto *Em destaque* dessa página, proponha aos estudantes as atividades 8 a 11 do *Explore diferentes linguagens*.

Em destaque

Força de atrito: às vezes ajudando, às vezes atrapalhando

Para arrastar um tijolo colocado sobre um piso cimentado, devemos aplicar a ele uma força. Porém, se a força não for suficientemente intensa, o tijolo não sairá do lugar.

Essa dificuldade para colocar o tijolo em movimento resulta da ação da **força de atrito**, que se opõe ao movimento ou à tentativa de movimento e que tende a ser tanto maior quanto maior for a aspereza das superfícies.

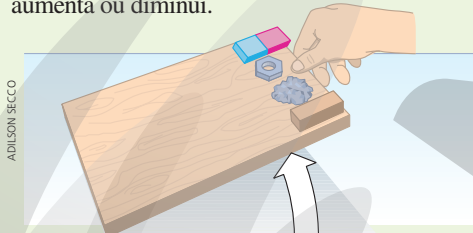


As superfícies nunca são perfeitamente lisas; sempre apresentam aspereza.

Mas não é só entre superfícies visivelmente ásperas que ocorre atrito. Toda superfície, por mais lisa que pareça, apresenta pequeninas imperfeições que originam atrito. Às vezes, essas imperfeições são visíveis apenas ao microscópio.

De modo geral, quanto mais lisas forem duas superfícies, menor será a força de atrito entre elas. Você já percebeu que existem solas de calçados mais lisas e outras mais ásperas? Que existem pisos mais lisos e pisos mais ásperos? E que, dependendo do calçado e do piso, é mais fácil escorregar e cair?

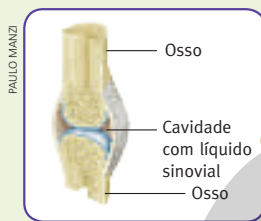
Você pode verificar que o atrito varia, dependendo das superfícies que estão em contato, fazendo um experimento muito simples. Pegue uma tábua de madeira e coloque sobre ela alguns pequenos objetos diferentes (por exemplo, borracha, porca de metal, pedregulho, pedaço de madeira). Incline vagarosamente a tábua e observe se os objetos começam, ou não, a escorregar ao mesmo tempo. Repita o experimento, só que com a tábua forrada com um plástico liso, e observe se a inclinação necessária para determinado objeto escorregar aumenta ou diminui.



O atrito atrapalha o ser humano em algumas de suas atividades. Ele torna mais difícil arrastar objetos pesados, principalmente em pisos ásperos. O atrito entre as rodas e os eixos faz com que boa parte do combustível usado pelos automóveis seja gasta para superar esse atrito. Nas indústrias, o atrito provoca desgaste nas peças das máquinas e aquecimento durante seu funcionamento.

Uma maneira de reduzir o atrito entre duas superfícies é revesti-las com um líquido apropriado, o **lubrificante**, que diminui o atrito. A lubrificação é largamente usada em ferramentas, dobradiças, automóveis e outras máquinas.

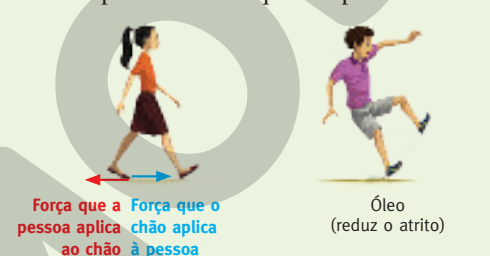
As articulações móveis do nosso corpo (joelho, cotovelo etc.) possuem um líquido natural, o **líquido sinovial**, que atua como lubrificante, reduzindo o atrito e o desgaste das extremidades dos ossos que participam dessas articulações.



Esquema de uma articulação móvel. (Em corte e com cores fantasiosas.)

Fonte: E. N. Marieb e K. Hoehn. *Human Anatomy & Physiology*. 10. ed. Harlow: Pearson, 2016. p. 274.

Em algumas situações, contudo, o atrito é muito importante. É ele que nos permite andar.



Por causa do atrito, as rodas do automóvel mantêm a aderência ao solo. Quando essa aderência é perdida, o automóvel derrapa.

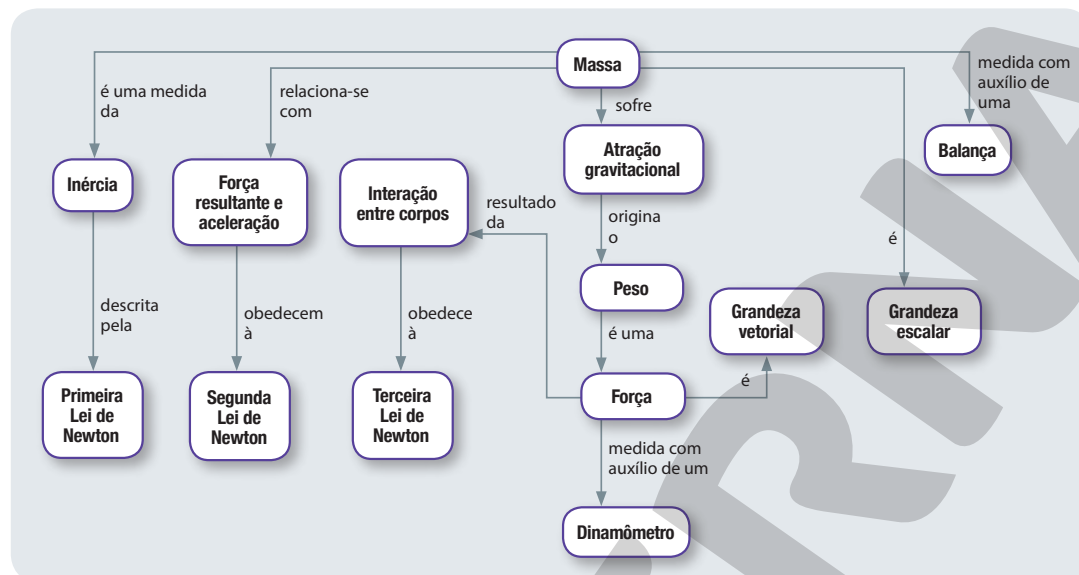
O atrito permite que seguremos os objetos. Sem ele, talheres e outros objetos escapariam de nossos dedos como um sabonete molhado.

Respostas do Use o que aprendeu

- Os pés param subitamente ao encontrar o solo, mas as bolas continuam em movimento pelo Princípio da Inércia.
- Primeira Lei de Newton ou Princípio da Inércia. Quando a escova bate no dedo, é parada subitamente, mas a água continua em movimento, devido à inércia.
- Os passageiros estavam parados em relação ao solo e, pelo Princípio da Inércia, tendem a continuar parados quando o ônibus começa a se mover. Por isso, em relação ao ônibus, parece que eles são “puxados” para trás.
- Pelo Princípio da Inércia, esses passageiros, que estavam em movimento em relação ao solo, tendem a continuar em movimento retilíneo e uniforme. Quando o ônibus para, eles continuam em movimento até que se agarem às partes do veículo ou colidam contra elas.
- Um veículo em movimento tende, por inércia, a continuar em movimento retilíneo e uniforme. Quando o motorista aciona os freios, o veículo não para instantaneamente. No caso de o motorista da frente parar bruscamente, transcorrerá um certo intervalo de tempo até que o motorista de trás perceba isso, acione os freios e o veículo pare completamente. Por isso, dirigir muito próximo ao veículo da frente aumenta o risco de colisão.
- Espera-se que os estudantes prevejam que serão “projetados” para a direita. Na verdade, eles tendem, pelo Princípio da Inércia, a prosseguir em movimento retilíneo e uniforme, mas o cinto de segurança, o banco etc. exercem uma força sobre eles e forçam-nos a também fazer a curva para a esquerda.

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

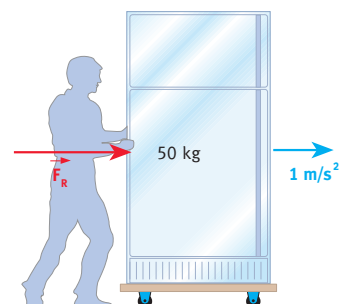
- Você acabou de sujar os calçados de lama, mas já está em um terreno de solo firme. Explique por que bater os pés no chão faz com que as pelotas de lama que estejam menos grudadas caiam no chão.
- Após escovar os dentes e lavar a escova, bater seu cabo (delicadamente) contra o dedo ajuda a secar as cerdas. Qual a lei científica que explica isso?
- Um ônibus está parado no ponto. Quando ele dá uma arrancada, o que acontece com os passageiros que estão em pé? Explique, empregando a Primeira Lei de Newton.
- Quando um ônibus em movimento dá uma freada brusca, o que acontece com os passageiros que estão em pé? Interprete esse acontecimento usando o Princípio da Inércia.
- Uma regra básica de segurança ao volante, prevista no **Código Brasileiro de Trânsito**, é manter seu veículo a uma distância segura do veículo da frente. Use o Princípio da Inércia para justificar essa preocupação.
- Você está no banco de trás de um automóvel que se movimenta em linha reta por uma estrada e está usando devidamente o cinto de segurança. De repente, o motorista faz uma curva para a esquerda. Preveja o que você sentirá e explique o raciocínio envolvido.
- Nos locais em que se joga boliche, há diferentes bolas com diferentes massas. Para lançar uma bola de maior massa com a mesma velocidade com que se lança uma bola de menor massa, é necessário aplicar nela uma força maior, menor ou igual? Qual é a lei científica que permite responder a essa pergunta?
- Para lançar a bola de maior massa é necessário aplicar nela uma força maior do que na bola de menor massa. Essa previsão é feita com a Segunda Lei de Newton; de acordo com ela, quanto maior a massa de um objeto, maior a força necessária para produzir nele uma aceleração.
- a) Bicicleta, motocicleta, automóvel e caminhão.
b) O caminhão, pois possui maior massa e, portanto, maior inércia.
c) O caminhão, pois possui maior massa e, portanto, maior inércia.

8. Considere os seguintes veículos:
- caminhão transportando carga muito pesada
 - automóvel de passeio
 - motocicleta
 - bicicleta
- a) Coloque-os em ordem crescente de massa.
- b) Estando todos em repouso, qual deles tem maior resistência a ser colocado em movimento? Justifique.
- c) Se todos estiverem em movimento com uma mesma velocidade, qual deles apresentará maior resistência a ser freado até parar totalmente? Explique por quê.

9. Um automóvel está em movimento por uma rodovia e o motorista, por alguma razão, decide frear para parar o carro. Verifica-se que, **quanto maior for a velocidade do automóvel, maior será a distância que ele percorrerá até parar completamente.**

De acordo com a Segunda Lei de Newton, como se justifica esse fato?

10. Um refrigerador sobre um carrinho com rodas perfeitamente lubrificadas é empurrado por um funcionário de transportadora, como mostrado abaixo.



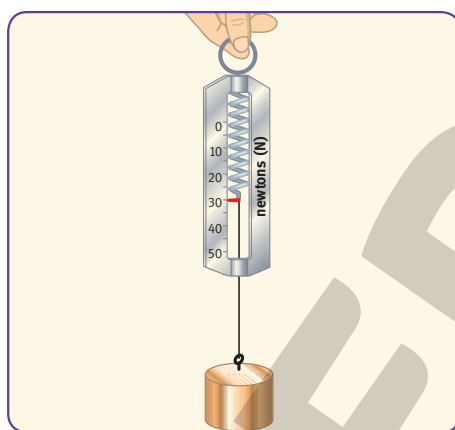
Sabendo que a massa do conjunto carrinho mais refrigerador é de 50 kg, qual é a força resultante que deve atuar sobre ele para que adquira aceleração de 1 m/s^2 ?

11. Qual é o peso de uma abóbora de 500 g, ou seja, 0,5 kg?
12. Imagine que um astronauta esteja “flutuando” no espaço, extremamente longe da atração gravitacional de qualquer astro. Nesse caso, o astronauta tem:
- a) massa? b) peso?

13. Do ponto de vista científico, o que significa **pesar** um objeto? Esse é o mesmo significado do verbo **pesar** na linguagem cotidiana? Explique.

14. Por que, do ponto de vista científico, é **incorreto** alguém dizer “peso 90 quilogramas”?

15. O dinamômetro do desenho abaixo está sendo usado para determinar uma força. Observe o desenho e responda:



- a) Qual é o resultado da medida que está sendo realizada?

- b) Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual é o valor da massa do objeto pendurado no dinamômetro?

16. Um astronauta cuja massa é 75 kg está em solo lunar. Sabe-se que a aceleração da gravidade na Lua vale $1,6 \text{ m/s}^2$.

- a) Qual é a massa do astronauta quando está na Lua?

- b) Qual é o peso do astronauta quando está na Lua?

17. Ao dar uma topada no pé da mesa com o pé descalço, sentimos dor. Interprete esse fato empregando o Princípio da Ação e Reação.

18. Um cavalo está atrelado a uma carroça. Pela Terceira Lei de Newton, a força que o cavalo aplica à carroça para puxá-la **é igual** à força que a carroça aplica ao cavalo.

Um **erro** comum é achar que a carroça não vai se mover. No entanto, sabemos, por observação, que a carroça pode se mover. Explique qual é o **erro** no raciocínio apresentado.

$$10. F_R = m \cdot a$$

$$F_R = 50 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 50 \text{ N}$$

$$11. P = m \cdot g$$

$$P = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$P = 5 \text{ N}$$

12. a) Sim, pois massa é uma propriedade associada à inércia de um corpo.

- b) Não, pois a força peso se deve à atração gravitacional de um corpo por um astro.

13. Pesar é determinar a intensidade da força peso que atua sobre um objeto, força resultante da atração gravitacional da Terra. Na linguagem cotidiana, emprega-se o verbo “pesar” com o sentido de determinar a massa de algo ou de alguém.

14. O quilograma (kg) é uma unidade para expressar a grandeza **massa**. Assim, **não** é correto expressar peso (uma **força**) em kg.

15. a) 30 N (trinta newtons)

$$b) P = m \cdot g$$

$$m = \frac{P}{g} = \frac{30 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2}$$

$$m = 3 \text{ kg}$$

16. a) 75 kg, pois a massa é uma característica de um corpo e não depende da aceleração da gravidade.

$$b) P = m \cdot g$$

$$P = 75 \text{ kg} \cdot 1,6 \text{ m/s}^2$$

$$P = 120 \text{ N}$$

17. Pela Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação), no instante da topada, o pé da pessoa aplica uma força à mesa e a mesa aplica uma força de mesma intensidade ao pé da pessoa. É essa força que, atuando sobre o pé da pessoa, causa-lhe a sensação de dor.

18. Duas forças de mesmo módulo, de mesma direção e de sentidos opostos têm seus efeitos mutuamente anulados **desde que estejam aplicadas a um mesmo corpo**. As duas forças mencionadas **atuam em corpos diferentes** – uma delas atua sobre a carroça e a outra sobre o cavalo – e, portanto, seus efeitos não se cancelam.

9. Pela Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica), quando uma força resultante age sobre um corpo, produz nele uma aceleração.

No caso da situação enunciada, a aceleração visa fazer o móvel parar (popularmente falando, é uma “desaceleração”). Para uma dada força resultante aplicada ao automóvel, será produzida nele uma certa aceleração ($F_R = m \cdot a$). Quanto maior a velocidade inicial, mais tempo leva para que o automóvel pare sob ação dessa aceleração.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. Primeira Lei de Newton ou Princípio da Inércia.
2. a) Para o personagem, repouso quer dizer descanso.
b) Na Física, repouso significa ter uma **posição que não varia**, em relação ao **referencial** escolhido.

3. Uma possível maneira de enunciar é: Um corpo que está em repouso tende a permanecer em repouso, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante. E um corpo que está em movimento retilíneo e uniforme tende a permanecer em movimento retilíneo e uniforme, a menos que sobre ele passe a atuar uma força resultante.

4. De acordo com o Princípio da Ação e Reação, enquanto a mangueira exerce uma força sobre a água, a água exerce uma força sobre a mangueira, de mesma intensidade e de sentido contrário. Se a água está sendo esguichada muito longe (isto é, com alta pressão), as forças mencionadas são muito intensas e, para segurar a mangueira, são necessárias várias pessoas.

Se um único bombeiro tentasse segurá-la, seria lançado para trás.

5. Essas duas forças são um **par ação-reação**. Portanto, têm mesmo módulo, mesma direção, mas sentidos opostos.
6. Porque atuam em corpos diferentes.
7. Por causa da inércia (Primeira Lei de Newton).
8. O atrito do trenó com o gelo é menor que o atrito com a grama.



ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

TIRINHA



GARFIELD: JIM DAVIS © 1995 PAWS, INC. ALL RIGHTS RESERVED. DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

1. Como se chama a lei científica a que o gato se refere?
2. A palavra **repouso** está sendo usada pelo personagem em um **sentido diferente** do que possui na Física. Explique o que significa repouso no entender:
 - a) do personagem.
 - b) da Física.
3. No terceiro quadrinho, o personagem enuncia a lei, mas esquece uma parte importante do enunciado. Escreva o enunciado **completo** da lei.

DESENHO

4. Observe a figura ao lado e explique, do ponto de vista científico, por que são necessários tantos bombeiros para segurar a mangueira quando se está combatendo um incêndio e o que aconteceria se um único bombeiro tentasse segurá-la.



RODRIGO ARRAYA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

TIRINHA



CALVIN & HOBBS: BILL WATTERSON © 1995 WATTERSON/ DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

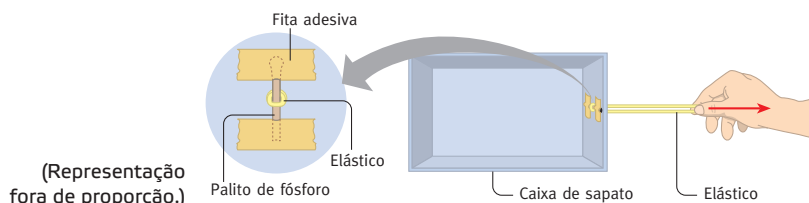
5. Compare, quanto a módulo, direção e sentido, a força que o trenó exerce sobre a árvore com a força que a árvore exerce sobre o trenó.
6. Por que ambas as forças mencionadas na pergunta anterior não têm seus efeitos cancelados?
7. Quando o trenó foi parado pela árvore, os personagens, que não colidiram com ela, continuaram em movimento. Por quê?
8. Por que, deslizando sobre o gelo, o trenó adquire uma velocidade muito maior do que ele teria deslizando sobre a grama?

INTERPRETAÇÃO DE EXPERIMENTO

9. Prenda um elástico de amarrar cédulas, com o auxílio de um palito de fósforo e de fita adesiva, num furo feito na lateral de uma caixa de sapatos, como ilustrado abaixo. A seguir, arraste a caixa puxando-a pelo elástico e meça, durante esse procedimento, o comprimento do elástico esticado. Coloque alguns objetos pesados na caixa (pedras, por exemplo), arraste-a

novamente puxando-a pelo elástico (sobre o mesmo piso) e meça outra vez o comprimento do elástico esticado.

- a) Nesse experimento, o elástico está funcionando como se fosse qual instrumento de medida?
b) Em qual dos dois casos o elástico esticou mais? Apresente uma justificativa para isso.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SÉCCO

PLACA DE TRÂNSITO

10. Quando uma estrada está **molhada**, recomenda-se que os motoristas dirijam com uma velocidade **menor** do que a utilizada se a pista estivesse seca. Justifique essa precaução usando o conceito de força de atrito.

**Com chuva,
reduza a
velocidade**

ELABORAÇÃO DE ESTIMATIVA

11. Uma baleia adulta da espécie *Balaenoptera musculus* pode atingir a massa de 150.000 kg. Por meio de potentes movimentos musculares, ela empurra a água para trás e a água, pelo Princípio da Ação e Reação, empurra o animal para a frente. Dessa maneira, essa baleia, partindo do repouso, pode atingir a velocidade de 30 km/h em um intervalo de 15 s. Nesta questão, vamos calcular a força resultante que atua sobre a baleia.
- a) Converta 30 km/h para m/s. (Expresse até a primeira casa depois da vírgula.)
b) Determine a aceleração da baleia (em m/s²) quando ela vai de 0 m/s até o valor calculado no item a, no intervalo de tempo de 15 s. (Expresse até a segunda casa depois da vírgula.)
c) Você conhece a massa da baleia (em kg) e sua aceleração (em m/s²). Use a Segunda Lei de Newton para determinar a força resultante que atua sobre o animal.
d) Qual seria a massa de um objeto que tem um peso igual ao da força calculada no item anterior?

Seu aprendizado não termina aqui

De vez em quando ouvimos alguém dizer “para toda ação corresponde uma reação” como justificativa para certos comportamentos das pessoas. Se, por acaso, você ouvir

isso, lembre-se de que a lei científica a que corresponde esse enunciado se aplica às interações entre corpos, e não aos relacionamentos humanos.

9. a) O elástico funciona como se fosse um dinamômetro.
b) Espera-se que seja no caso em que a caixa está cheia de objetos pesados. Nessa situação, a força de atrito (que se opõe ao movimento da caixa) é maior e, para conseguir movimentá-la, deve-se puxar o elástico com uma força mais intensa, que irá esticá-lo mais que na situação anterior.
10. Para frear eficientemente um veículo, é necessário que os pneus se mantenham aderidos ao chão. A pista molhada aumenta a chance de os pneus derraparem e, portanto, dificulta parar o carro numa eventual necessidade. Dirigindo mais devagar, diminui-se o tempo necessário para parar o carro (professor, relacione com o exercício 9 do *Use o que aprendeu*) e, portanto, aumenta-se a segurança.

11. a) $v = 30 \text{ km/h}$
 $v = \frac{30 \text{ km}}{1 \text{ h}}$
 $v = \frac{30.000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}}$
 $v = 8,3 \text{ m/s}$
b) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8,3 \text{ m/s}}{15 \text{ s}}$
 $a = 0,55 \text{ m/s}^2$
c) $F = m \cdot a$
Substituindo
 $m = 150.000 \text{ kg}$ e
 $a = 0,55 \text{ m/s}^2$,
obtemos:
 $F = 82.500 \text{ N}$
d) $P = m \cdot g$
 $m = \frac{P}{g} = \frac{82.500 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2}$
 $m = 8.250 \text{ kg}$

A força muscular dessa baleia é capaz de produzir uma força resultante que é equivalente à intensidade da força peso de um objeto de 8,25 toneladas!

Principais conteúdos conceituais

- Noções triviais da dinâmica do movimento circular
- Breves noções de gravitação universal
- Modelo geocêntrico *versus* modelo heliocêntrico
- Contribuições de Galileu para a Astronomia
- Contribuições de Newton para a Astronomia
- Sistema Solar e seus principais constituintes
- Distinção entre planetas telúricos e planetas jovianos
- Principais características do Sol e noções sobre a origem da energia solar
- Via Láctea e outras galáxias
- Noções sobre as dimensões da Via Láctea e a localização do Sistema Solar nela
- Relação entre a temperatura e a cor das estrelas
- Luminosidade estelar
- Ciclo evolutivo das estrelas
- Tempo aproximado de vida do Sol, sua transformação em gigante vermelha e seu destino como anã branca

Este capítulo se inicia com noções da Dinâmica do movimento curvilíneo, procurando apresentar o conceito de força centrípeta de modo puramente conceitual, sem qualquer abordagem vetorial ou matemática, o que tornaria o tema muito pesado para um primeiro contato do estudante com ele.

Na sequência, são apresentadas noções sobre a Teoria da Gravitação Universal e noções da evolução das concepções sobre movimento dos astros, com destaque para a polêmica entre geocentrismo e heliocentrismo, chegando até as contribuições de Galileu e, principalmente, as de Newton para a aceitação do heliocentrismo.

O capítulo também aborda nosso Sistema Solar – incluindo características relevantes dos planetas telúricos (rochosos), dos planetas jovianos (gigantes gasosos) e do Sol –, a Via Láctea e o ciclo evolutivo das estrelas.

CAPÍTULO

9

GRAVITAÇÃO

Imagem óptica (obtida por captação de luz visível com telescópio) da galáxia de Andrômeda. Ela está a mais de 20 quintilhões de quilômetros ($2 \cdot 10^{19}$ km) da Terra e a distância de uma extremidade dela até outra é da ordem de 2 quatrilhões de quilômetros ($2 \cdot 10^{15}$ km). Você sabe o que é uma galáxia? Vivemos em uma?

172

UNIDADE C • Capítulo 9

Sobre a foto de abertura do capítulo, nessa página, estimule os estudantes a responderem em voz alta às perguntas feitas na legenda. Sonde, com isso, as concepções prévias que eles têm. Ao final do item 7, retorne às respostas e incentive-os a reavaliá-las e reformulá-las.

Quanto às distâncias astronômicas mencionadas na legenda, é possível, após o item 7, convertê-las para anos-luz (dividindo os valores por $9,46 \cdot 10^{12}$, isto é, quantos km equivalem a um ano-luz). Com isso, conclui-se que Andrômeda está a mais de 2 milhões anos-luz da Terra e seu diâmetro é superior a 200 anos-luz.

ADAM BLOCK/SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

MOTIVAÇÃO

Um pequeno automóvel de brinquedo, movido a pilha e que anda em linha reta, foi amarrado a um fio. A outra extremidade do fio foi amarrada a um anel de metal e este foi encaixado num prego fixado ao centro de uma tábua.

O automóvel foi posicionado como mostra a figura ao lado e, uma vez ligado, verificou-se que, em vez de seguir em linha reta, realizou um movimento circular. Como explicar cientificamente por que o fio impede o movimento em linha reta?

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

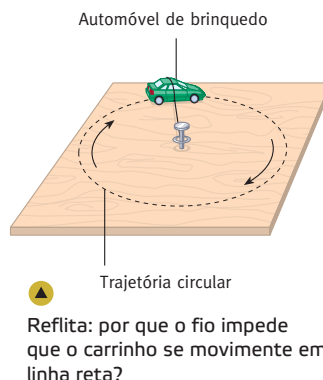
1 O conceito de força centrípeta

Analisando o resultado do experimento

A tendência de o automóvel de brinquedo mover-se em linha reta faz o fio esticar. Isso origina uma **força de tração** no fio. Essa força, ao agir sobre o brinquedo, o impede de prosseguir em linha reta na mesma direção.

Em todos os pontos de sua trajetória circular acontece exatamente o mesmo: o brinquedo tende a seguir em linha reta, mas a força de tração impede que isso aconteça, **modificando** continuamente a **direção do movimento** e produzindo a trajetória circular.

Se, em um dado instante, o fio subitamente arrebentar ou for cortado, o automóvel imediatamente deixará a trajetória circular e prosseguirá em linha reta. Em outras palavras, a partir do momento em que a força de tração deixar de atuar, o brinquedo automaticamente abandonará o movimento circular e sairá pela reta tangente à circunferência.



ATIVIDADE

Trabalho em equipe

Façam uma lista de exemplos de movimento circular, dando especial atenção àqueles presentes no dia a dia.

Apresentem a lista para a classe.



A atuação da força de tração faz o brinquedo seguir trajetória circular. Na ausência da tração, ele segue em movimento retilíneo. (Representação esquemática.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Conteúdos procedimentais sugeridos

- Usar materiais simples para demonstrar a atuação da resultante centrípeta sobre um corpo em movimento circular.
- Coletar e listar situações cotidianas de movimentos em que há resultante centrípeta agindo sobre um corpo.
- Calcular o tempo necessário para viagens especiais.
- Descrever o ciclo evolutivo solar, incluindo as consequências futuras desse ciclo para a vida na Terra.

O primeiro conteúdo listado pode ser trabalhado com o experimento relatado na seção *Motivação* dessa página, caso haja disponibilidade dos materiais envolvidos e seja possível reproduzi-lo na escola.

O segundo conteúdo é a meta do *Trabalho em equipe* sugerido também nessa página. Ao comentar com os alunos os exemplos listados por eles, indique, na medida do possível, a força que atua como força (resultante) centrípeta (tração num fio, interação gravitacional, atrito de pneus contra o solo etc.). Isso ajuda a evitar a concepção errônea de que centrípeta é algum novo tipo de força.

Ao acolher os exemplos trazidos pelos alunos e comentar, para cada um deles, qual é a natureza da força centrípeta, você estará preparando-os para compreender com maior clareza o conteúdo tratado na próxima página.

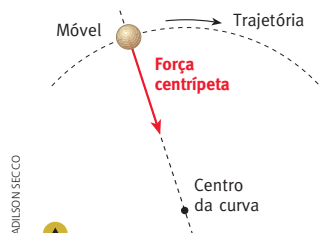
Os outros dois conteúdos estão relacionados ao desenvolvimento das habilidades EF09CI16 e EF09CI17, comentadas mais à frente.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

força centrípeta Força atuante sobre um móvel que descreve trajetória curva e que aponta para o centro de curvatura da trajetória.

centrifugação Técnica utilizada para separar misturas por meio da rápida rotação.



A força centrípeta faz o móvel se deslocar em trajetória curva. (Representação esquemática.)



Saiba de onde vêm as palavras

"Centrípeta" vem do grego *kentrón*, centro, e *petero*, que se dirige. Assim, a palavra "centrípeta" significa, literalmente, "que se dirige para o centro" (de curvatura da trajetória).

VLADIMIR GAKOV/SHUTTERSTOCK



Em parques de diversão, há alguns brinquedos que, quando em funcionamento, submetem as pessoas a uma força centrípeta. É o caso do carrusel infantil.

Força centrípeta

A força de tração no fio, que atua na situação da página anterior, é chamada **força centrípeta**. A força centrípeta atua sobre todo móvel que descreva uma trajetória que não é retilínea, seja uma circunferência ou qualquer outro tipo de curva. Essa força é a responsável pelo fato de o movimento não ser retilíneo, e sim curvilíneo. A direção da força centrípeta é a direção da reta que passa pelo móvel e pelo centro da curva descrita por esse móvel. E o sentido da força centrípeta aponta para o centro dessa curva.

Exemplos de atuação da força centrípeta

Podemos encontrar inúmeros exemplos de movimentos nos quais há força centrípeta. Se, por exemplo, você amarrar bem uma borracha escolar com um barbante e, segurando-o, fizer com que ela gire em alta velocidade, a tração no fio atuará sobre a borracha fazendo com que ela percorra uma trajetória circular. Essa tração no fio atua como força centrípeta. Se o barbante for solto, deixará de haver a força centrípeta e a borracha sairá pela reta tangente à trajetória.



RODRIGO ARRABA

Imagine um automóvel fazendo uma curva. O que acontecerá com ele se a pista estiver coberta de óleo?

O automóvel derrapará e sairá da curva. Essa constatação evidencia que o atrito com o solo é necessário para o automóvel percorrer uma curva. É a força de atrito aplicada pelo solo aos pneus que age como força centrípeta. A presença de óleo na pista reduz o atrito e, sem a atuação da força centrípeta (no caso, a força de atrito), o motorista não consegue fazer a curva.

É importante notar que **força centrípeta** é como chamamos uma força que atua sobre um corpo em movimento, forçando-o a uma trajetória curva. Ela pode ser, por exemplo, a tração em um fio ou a força de atrito quando atuam sobre um móvel e o fazem realizar um movimento curvilíneo.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

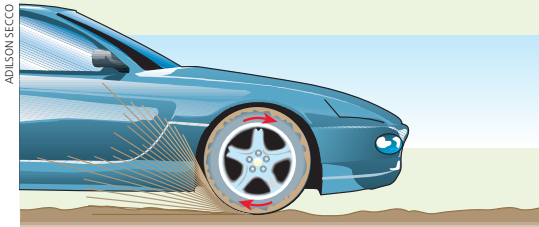
- força centrípeta
- centrifugação (leia antes o texto da página seguinte)

Em destaque

A força centrípeta em ação

A ausência da força centrípeta é responsável por alguns acontecimentos bem conhecidos.

Imagine, por exemplo, um automóvel atolado num chão de lama. O motorista acelera para tentar sair do lugar e o giro das rodas atira lama para trás. Por que isso ocorre?



Bem, um pouco de lama gruda no pneu. Quando o pneu gira, essa lama só gira junto com ele se estiver bem grudada, ou seja, se o pneu exercer sobre ela uma força centrípeta que a faça girar com ele. Caso ela não esteja bem grudada, tenderá a prosseguir em linha reta. E, assim, o pneu atira lama para trás.

Outra situação de saída pela reta tangente pode ser observada quando alguém usa uma esmerilhadeira para desbastar um pedaço de metal, como aparece na foto abaixo.



Esmerilhadeira em uso para desbastar chapa metálica, provocando desprendimento de faíscas do metal.

O disco utilizado na esmerilhadeira é uma roda revestida de material áspero, usado para desbastar, cortar e lixar metal. As pequenas partículas de metal removidas estão tão quentes (por causa do atrito) que ficam incandescentes, emitindo luz alaranjada. Como essas partículas não estão presas ao disco, elas prosseguem em linha reta e saem pela tangente.



Roupa sendo centrifugada em máquina de lavar.

A **centrifugação** da roupa nas máquinas de lavar é um caso interessante de aplicação do conceito de força centrípeta. Nessas máquinas, a roupa molhada é girada, a grande velocidade, dentro de um tubo que tem vários furos laterais.

Tanto a roupa quanto a água que nela está tendem a continuar em movimento retilíneo, saindo pela tangente. Porém, só a água atravessa os furos da lateral do tubo e sai. Assim, após a centrifugação, boa parte da água saiu das roupas e elas estão menos molhadas.

Nos laboratórios, o mesmo princípio é usado nas **centrífugas**, aparelhos que permitem separar componentes de determinadas misturas. A palavra *centrífuga* quer dizer “fuga do centro”.

A mistura a ser separada (sangue, por exemplo) é colocada em tubos de vidro ou plástico e estes são encaixados na centrífuga. Num giro em alta velocidade, a mistura tende a sair pelo fundo do tubo, mas este a segura, aplicando nela a força centrípeta. Se o vidro ou o plástico não for resistente, o fundo dos tubos pode arrebentar durante a centrifugação.

Durante o processo, as partículas mais pesadas acumulam-se no fundo do tubo. Na centrifugação do sangue, por exemplo, os glóbulos vermelhos, os glóbulos brancos e as plaquetas vão para o fundo e a fração líquida, o plasma, fica na parte superior do tubo.

Centrífuga usada em exames clínicos.



Atente!

Há uma tendência generalizada no senso comum de considerar a existência de uma “força centrífuga” que puxa as pessoas para fora de uma curva quando elas estão em movimento curvilíneo (automóvel, ônibus, carrosel, certos brinquedos de parques de diversão etc.).

Força centrífuga é uma força fictícia, introduzida, na Física universitária, quando se trabalha com um referencial não inercial (também chamado referencial não newtoniano) e se deseja realizar uma correção a fim de que as leis de Newton também valham nele. Esse tema está além do propósito dessa obra.

Assim, aquilo que popularmente se denomina força centrífuga não existe. O que existe é a tendência de permanência em movimento retilíneo e uniforme (Princípio da Inércia), que dá às pessoas a impressão de serem atiradas para fora da curva.

Da mesma maneira, **não** existe força centrífuga atuando quando a roupa é centrifugada. O que existe é a tendência de a água continuar em movimento retilíneo e uniforme, o que a faz passar pelos orifícios existentes no tambor da máquina de lavar e sair pela tangente, enquanto a roupa é forçada a realizar um movimento circular pela atuação de uma força de contato aplicada a elas pelo tambor.

Atente!

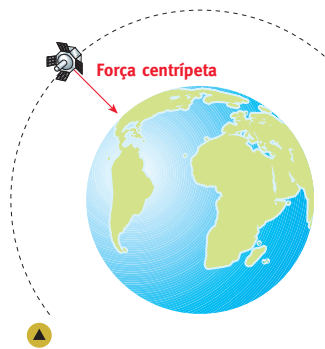
Há um detalhe referente ao movimento dos satélites artificiais que requer atenção do docente. Se eles estão permanentemente “caindo”, e é justamente isso que os mantém em órbita, então por que, vez ou outra, temos notícias de satélites que caíram, de fato, sobre a superfície terrestre após alguns anos, ou décadas, em órbita?

A órbita dos satélites é bem distante da superfície, mas existe atmosfera na região em que eles se movimentam. Mesmo a atmosfera dessa região sendo **extremamente rarefeita**, o fato é que anos de atrito contra ela fazem um satélite perder parte de sua velocidade até chegar um momento em que a velocidade não é mais suficiente para manter esse satélite em órbita do planeta.

Em última análise, o atrito provocará a queda de todos os satélites artificiais. É apenas uma questão de tempo.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor* (referente ao capítulo 4), o texto “Como funciona o GPS?”.



A atração gravitacional é responsável pela força centrípeta que atua sobre um satélite artificial (que aqui aparece ilustrado em tamanho exagerado). (Apenas uma parte da órbita do satélite foi indicada, em tracejado. Representação esquemática fora de proporção e em cores fantasiosas.)

Fonte: R. A. Serway e J. W. Jewett Jr. *Physics for scientists and engineers with Modern Physics*. 9. ed. Boston: Brooks/Cole, 2014. p. 399.



Use a internet

Explore um simulador de lançamento similar ao mostrado na ilustração ao lado, no qual você pode escolher a velocidade horizontal de lançamento da bola e comparar com a situação de queda vertical da bola abandonada.

Acesse:

<<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/13932>> (acesso: set. 2018).

(O MEC disponibiliza o plugin necessário, com link na própria página.)

Lançamento horizontal de uma bola com diferentes velocidades. (Representação esquemática.)

2 Força centrípeta e objetos em órbita

Imagine um satélite artificial em órbita circular ao redor da Terra. Uma força centrípeta deve atuar sobre ele, já que realiza movimento curvilíneo. Qual será a origem dessa força?

O satélite está sujeito à atração gravitacional do planeta Terra. É justamente a **força peso** que atua no satélite que exerce o papel de **força centrípeta**, necessária para mantê-lo em seu movimento circular.

Uma vez colocado em órbita, o satélite não precisa do auxílio de motores para manter-se em órbita. A única força que age sobre ele e que o mantém em órbita circular é a força centrípeta, que, no caso, é a força da atração gravitacional.

Como colocar um objeto em órbita

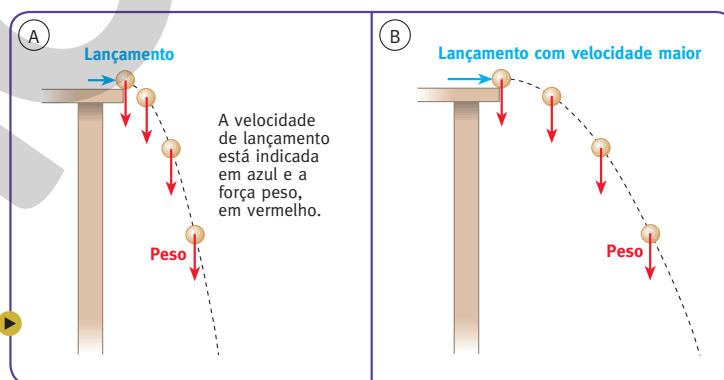
Na época de Newton não havia foguetes espaciais, muito menos satélites artificiais orbitando o planeta. Contudo, foram os trabalhos de Newton que abriram caminho para inúmeros progressos científicos, entre eles, os voos espaciais, que se iniciaram no século XX.

Newton propôs um interessante raciocínio para mostrar como um corpo poderia ser colocado em órbita a partir da Terra.

Vamos começar imaginando que uma bola que esteja sobre uma mesa seja lançada horizontalmente com certa velocidade, como mostra o desenho **A**. Uma vez lançada, ela deveria, de acordo com o Princípio da Inércia, continuar em movimento retilíneo e uniforme, a menos que sobre ela atuasse uma força resultante.

De fato, como a bola não executa um movimento retilíneo e uniforme, concluímos que sobre ela age uma força resultante. Ignorando a resistência do ar, a força resultante é o peso da bola. Essa força vertical **não** tem a mesma direção do movimento e é ela que, agindo sobre a bola, modifica continuamente sua direção de movimentação e a faz descrever uma trajetória curvilínea.

Agora, imagine que a bola seja lançada novamente, só que com uma velocidade maior, como no desenho **B**. A força peso continuará agindo, mas, graças à maior velocidade inicial, a bola percorre uma distância maior antes de cair no solo.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Atente!

Perceba a importância do Princípio da Ação e Reação, estudado no capítulo anterior, para a compreensão da movimentação dos foguetes, conforme comentado na legenda da foto dessa página.

E se a bola fosse lançada várias vezes, sempre com uma velocidade inicial maior que a anterior?

Bem, segundo Newton, se fosse possível lançar um objeto horizontalmente de um local bem elevado e com velocidade suficientemente alta, esse objeto entraria em órbita. Essa situação de órbita corresponderia à situação em que o objeto continuaria “caindo eternamente”, sempre sob a ação da força peso. O desenho a seguir ilustra isso.

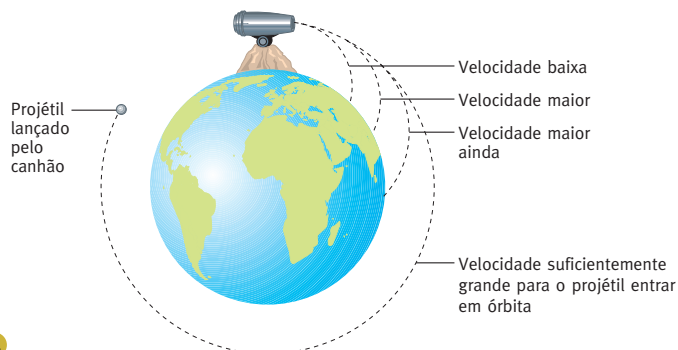


Ilustração da concepção de Newton sobre a colocação de um objeto em órbita. (Representação esquemática fora de proporção: o projétil, o canhão e a montanha estão desenhados em tamanho exageradamente grande. Cores fantasiosas.)

Fonte: Redesenhado de um original de Newton, que aparece em J. S. Walker. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017. p. 382.

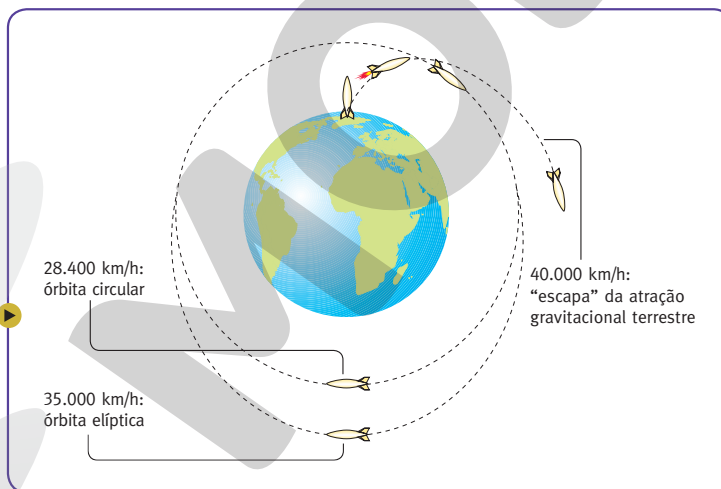
Velocidade e lançamento espacial

As ideias de Newton sobre a colocação de um corpo em órbita puderam ser verificadas experimentalmente no século XX.

Um foguete lançado com velocidade insuficiente volta ao solo após algum tempo. Lançado com velocidade suficiente, pode estabelecer órbita circular ao redor do planeta. Com uma velocidade ainda maior, o satélite estabelece órbita elíptica (em forma de elipse). Se a velocidade for ainda maior e se tornar igual ou superior a um determinado valor, chamado **velocidade de escape**, consegue “escapar” da atração gravitacional terrestre e rumar em direção ao espaço.

Entrar, ou não, em órbita é uma questão ligada à velocidade atingida por um foguete lançado. (Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: K. B. Krauskopf e A. Beiser. *The physical universe*. 14. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2012. p. 56.



SPACE/SCIENCE PHOTO LIBRARY/ATIN/STOCK



Um foguete move-se devido à ação e reação. O foguete exerce uma força sobre os gases que dele são expulsos e esses gases, por sua vez, exercem sobre ele uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário. Um erro comum é achar que o foguete se move porque os gases expulsos batem contra o solo ou a atmosfera. Na verdade, ele pode mover-se mesmo longe do solo ou fora da atmosfera. Um foguete escapará da atração gravitacional terrestre se atingir uma velocidade superior à de escape, conforme explicado nesta página. Na foto, lançamento do foguete não tripulado *Falcon Heavy* (Flórida, EUA, 2018), em que a velocidade de escape foi atingida com sucesso.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Tema para pesquisa

Se dispuser de tempo e julgar conveniente, sugira o seguinte tema para pesquisa: “O que é lixo espacial? Que risco ele representa?”.

Para discussão em grupo

Proponha, se dispuser de tempo e considerar oportuno, o seguinte tema para discussão em grupo: “É ético alguns países gastarem fortunas em missões espaciais enquanto parte considerável da população mundial passa fome e vive em condições precárias de saúde e de habitação?”.

ADILSON SECCO

(Maça ilustrada em tamanho e distância exagerados.)

Força



Terra e maçã atraem-se mutuamente com forças de mesma intensidade.

(Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: D. Halliday et al. *Fundamentals of Physics*. 10. ed. Hoboken: John Wiley, 2014. p. 107.

3 A Lei da Gravitação Universal

O que acabamos de comentar pode ser aplicado ao movimento dos planetas ao redor do Sol, da Lua ao redor da Terra, enfim, ao movimento de qualquer corpo celeste que orbite ao redor de outro.

Newton propôs a **Lei da Gravitação Universal**: segundo ela, qualquer par de objetos no Universo atrai-se mutuamente. Essa atração mútua, denominada **atração gravitacional**, é tanto maior quanto maior a massa dos objetos e quanto menor a distância entre eles.

De acordo com essa lei, por exemplo, a Terra atrai uma maçã e, simultaneamente, a maçã atrai a Terra.

Embora tenhamos a tendência de achar que a força que a Terra aplica à maçã seja maior do que a que esse fruto aplica ao planeta, **esse par de forças constitui um par ação-reação**. De acordo com a Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação), as duas apresentam mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.

Como a massa da Terra é gigantesca, se comparada à da maçã, sua inércia é muitíssimo maior. Assim, embora as duas forças tenham mesma intensidade, a aceleração adquirida pelo planeta é desprezivelmente pequena. Já a aceleração adquirida pela maçã em queda livre é apreciável: é a aceleração proveniente da atração gravitacional (g).

Um dos muitos méritos de Newton foi perceber que a força peso, à qual estamos cotidianamente acostumados, tem exatamente a mesma origem da força que mantém a Lua orbitando ao redor da Terra, ou da força que mantém a Terra orbitando ao redor do Sol. Todas essas forças são gravitacionais.

4 Geocentrismo versus heliocentrismo

Geocentrismo

Desde a Antiguidade, a humanidade tenta explicar o comportamento exibido pela natureza. Destacam-se, nesse sentido, as regularidades que se podem observar no céu, particularmente no céu noturno.

O filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) propôs um modelo (uma concepção) para explicar essas regularidades, no qual os corpos celestes se moveriam todos ao redor da Terra, considerada o centro do Universo. Esse é um **modelo geocêntrico**, ou seja, no qual a Terra é o centro.

Esse modelo foi aprimorado pelo matemático, geógrafo e astrônomo Cláudio Ptolomeu (100?-170? — as interrogações indicam que não há certeza histórica nas datas). Aplicando conceitos matemáticos, Ptolomeu era capaz de prever que posição ocupariam os astros no céu com o passar dos dias.

Embora essas previsões fossem de precisão limitada, o modelo de Ptolomeu foi aceito como a melhor explicação para as regularidades celestes por mais 1.400 anos.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Heliocentrismo

Insatisfeito com alguns aspectos do modelo de Ptolomeu, o polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) elaborou um novo **modelo**, dessa vez **heliocêntrico**, ou seja, no qual o Sol seria considerado o centro do Universo.

No modelo de Copérnico, a Terra e os demais planetas girariam ao redor do Sol em órbitas circulares. Ao redor da Terra, apenas a Lua orbitaria. O modelo de Copérnico também era capaz de prever a posição dos astros no céu ao longo do tempo.

As contribuições de Brahe e de Kepler

Para decidir qual dos modelos, o geocêntrico ou o heliocêntrico, estava correto, era necessário comparar as previsões feitas pelos dois modelos com a real posição dos astros no céu observada a cada dia. Contudo, as medidas feitas até aquela época, realizadas a olho nu e com instrumentos nem sempre muito precisos, não eram suficientemente confiáveis para permitir optar por um dos modelos.

Na polêmica do **geocentrismo versus heliocentrismo**, dois indivíduos tiveram papel decisivo.

Um deles foi o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), que construiu instrumentos de alta precisão para medir a posição dos astros no céu (embora ainda não existisse telescópio). Ele fez medidas e registros por vinte anos.

O outro foi Johannes Kepler (1571-1630). Esse matemático alemão analisou por cerca de duas décadas os registros de Brahe e chegou à conclusão de que, embora parecesse que o modelo de Copérnico fosse o menos incorreto por ser heliocêntrico, **nenhum** dos dois modelos era totalmente adequado para prever a posição dos astros.

Os estudos de Kepler revelaram que o aspecto do céu poderia ser descrito admitindo que o Sol permanecesse fixo e, ao redor dele, se movessem os planetas (o que inclui a Terra) em órbitas elípticas. Nesse modelo, o Sol se posicionaria num dos focos da elipse. A Lua se moveria em torno da Terra e as constelações estariam fixas numa posição muitíssimo distante do Sol, da Terra e dos demais planetas.

O modelo de Kepler é diferente dos anteriores, mas compartilha com o de Copérnico uma característica importante: é um **modelo heliocêntrico**. Pode-se dizer que o modelo de Kepler é um aperfeiçoamento do modelo de Copérnico.

Isso é comum em Ciência. Quando surgem novas evidências não explicadas pelo modelo em uso, esse modelo deve ser aprimorado ou, se não for possível, substituído.

A-Z

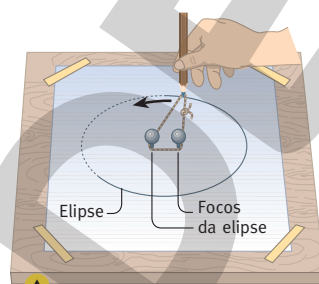
ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- Lei da Gravitação Universal
- modelo científico

- geocentrismo
- heliocentrismo



Com um pedaço de barbante, que passa por duas tachinhas fixadas em uma tábua, é possível desenhar uma elipse.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “O significado da excentricidade de uma elipse” e “A excentricidade das órbitas dos planetas”.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

Lei da Gravitação Universal Enunciado científico segundo o qual dois objetos se atraem mutuamente, sendo essa atração tanto maior quanto maior a massa dos objetos e menor a distância entre eles.

modelo científico Concepção de como é e de como funciona algo que não se pode ver ou a que (por alguma razão) não se tem acesso direto.

geocentrismo Modelo que considera a Terra o centro do Universo, ao redor da qual orbitariam os demais corpos celestes.

heliocentrismo Modelo segundo o qual a Terra e os demais planetas do Sistema Solar orbitam em torno do Sol.

Atente!

Galileu afirmou que a Terra se move ao redor do Sol, mas não provou tal fato.

A primeira evidência desse movimento só foi anunciada em 1728 pelo astrônomo inglês James Bradley (1693-1762), que, trabalhando em colaboração com Samuel Molyneux (1689-1728), descobriu um fenômeno denominado aberração das estrelas, que podia ser explicado admitindo a hipótese de que a Terra girasse ao redor do Sol.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “Quem gira ao redor de quem?” e “Paralaxe anual das estrelas”.

Em destaque

Galileu e o heliocentrismo

Galileu nasceu em 1564 em Pisa, na Itália central. Com 17 anos, entrou para a universidade de Medicina, mas logo decidiu fazer da Matemática e da Física as Ciências de sua vida.

Na época de universidade observou que o período de oscilação de um pêndulo depende apenas de seu comprimento. Isso deu à humanidade as bases para o primeiro método razoável de marcação do tempo.

Após sair da universidade, em 1585, Galileu estudou hidrostática (situações de equilíbrio envolvendo líquidos) e o centro de massa de objetos sólidos. Suas conclusões, nesses estudos, lhe valeram a aceitação como professor de Matemática na Universidade de Pisa.

A essa altura, ele já havia definido bem o que queria: estudar os fenômenos naturais e usar a Matemática em sua interpretação. A Ciência Moderna foi influenciada pelo método de trabalho de Galileu: a experimentação.

Em vez de se preocupar com o porquê de os movimentos ocorrerem, ele preferiu investigar como eles ocorrem. De Pisa, Galileu foi para a Universidade de Pádua, onde continuou suas pesquisas sobre movimento acelerado, objetos em queda e trajetória de projéteis.

Usando um telescópio que ele mesmo construiu (embora não tenha sido o inventor desse instrumento), Galileu foi o primeiro a ver os quatro maiores satélites de Júpiter, as fases do planeta Vênus (semelhantes às fases da Lua), as manchas solares e as montanhas lunares.

Galileu convenceu-se de que a Terra se move ao redor do Sol e passou a defender o modelo heliocêntrico.

Contudo, o pensamento geocêntrico de Aristóteles e de Ptolomeu era o aceito, na época, pela Igreja Católica, e defender o modelo de Copérnico era considerado um ato ofensivo pela Igreja. O poder do papa era muito forte na região, e Galileu foi advertido, em 1616, para que parasse de defender o heliocentrismo.

Em 1631, quando um amigo seu foi eleito papa, Galileu achou que poderia voltar a difundir o modelo heliocêntrico. Estava enganado.

Esse novo papa voltou-se contra ele e, em 1633, Galileu foi considerado, pela Igreja, culpado por heresia e condenado à prisão perpétua. Ele foi forçado a negar publicamente que a Terra se movia. Diz a lenda que, logo após a negação pública, ele teria sussurrado: “Contudo, ela se move!”.

Sua pena foi convertida em confinamento em casa, pelo resto da vida. Nos anos seguintes, ele trabalhou num livro, o *Diálogo sobre duas novas Ciências*, que, para ser publicado, teve seus originais levados escondidos, por amigos, até a Holanda, onde a influência papal não chegava, e o livro pôde ser publicado.

Galileu, ainda sob prisão domiciliar, morreu em 1642, com 78 anos. Alguns meses depois de sua morte, nasceu o inglês Isaac Newton.

Em 1992, passados 350 anos da morte de Galileu, uma comissão papal reavaliou seu julgamento e declarou-o inocente.

JUSTUS SUSTERMANS-GALLERIA PALATINA, PALAZZO PITTI, FLORENCE, ITALY



O cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642).

Galileu Galilei diante da Inquisição, litografia colorida a partir de desenho de Albert Chereau, feito por volta de 1865.

ALBERT CHEREAU - COLEÇÃO PARTICULAR



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Newton e o heliocentrismo

Isaac Newton nasceu em 1642, na localidade de Woolsthorpe, Inglaterra.

Não chegou a conhecer o pai, que morreu antes de seu nascimento. Embora sua mãe desejasse que ele se tornasse fazendeiro, Newton mostrou aptidão para a Ciência, e a família decidiu encaminhá-lo à Universidade de Cambridge, em 1661.

Alguns anos depois, por causa de uma grande epidemia de peste bubônica que se espalhou pela Inglaterra, a Universidade de Cambridge foi fechada por 18 meses. Newton retornou à sua cidade de origem e, durante esse tempo, lá permaneceu. Segundo o próprio Newton, essa foi a época mais criativa e produtiva de sua vida.

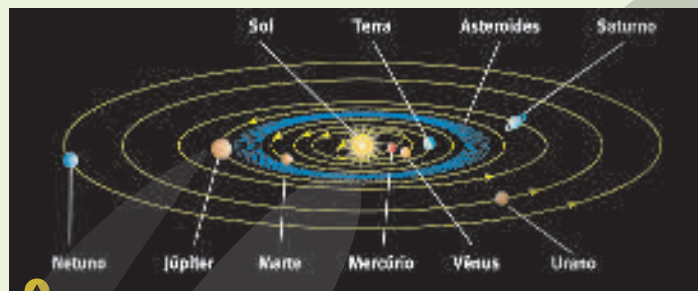
Nesse período, ele começou a realizar suas descobertas em Matemática e em Física, muitas das quais ele só tornaria públicas vários anos depois.

Newton voltou a Cambridge e formou-se em 1667. Dois anos mais tarde, tornou-se professor da universidade. Nela, Newton realizou experimentos e pesquisas teóricas em vários campos da Física, destacando-se a Mecânica e a Óptica.

Ele descobriu, por exemplo, que a luz branca é composta de luzes de cores diferentes (as cores do arco-íris) e formulou a Lei da Gravitação, segundo a qual o peso dos objetos e as forças que mantêm os astros em órbita são encarados como uma única manifestação natural, a força gravitacional.

Nos últimos anos de vida, Newton afastou-se das pesquisas científicas e ocupou altos cargos como funcionário público. Em 1708, recebeu da rainha Anne o título de “Sir”, distinção nunca antes concedida a um cientista.

Sir Isaac Newton morreu aos 85 anos de idade, em 1727, como um dos matemáticos e físicos de destaque na história. Suas **três leis do movimento** e sua **Lei da Gravitação Universal** foram essenciais para que o geocentrismo fosse definitivamente abandonado. Essas leis também constituem a base de inúmeras aplicações práticas, por exemplo, em vários ramos da Engenharia.



As leis de Newton permitiram explicar o movimento dos corpos celestes, como o dos planetas e asteroides ao redor do Sol. Nesse esquema do Sistema Solar, o Sol, os planetas, os asteroides e suas órbitas **não** estão desenhados na proporção correta. Outros corpos que orbitam o Sol não foram ilustrados. (Cores fantasiosas.)

Nessa figura esquemática, as órbitas parecem elipses alongadas devido ao desenho em perspectiva, mas a maioria delas é quase circular.



O cientista inglês
Isaac Newton (1642-1727).



Plutão não é mais considerado planeta

Em 2006, a União Astronômica Internacional deixou de considerar **Plutão** um planeta. O astro foi reclassificado como **planeta-anão**.

Foram incluídos nessa categoria **Ceres** — anteriormente considerado um enorme asteroide, com órbita entre Marte e Júpiter —, **Makemake** e **Éris**, que têm órbita além da de Plutão.

Em 2008, a União Astronômica Internacional decidiu chamar de **plutóides** os planetas-anões cujas órbitas estão além da órbita de Netuno. Assim, quando este livro foi escrito, Plutão era classificado como plutoide.

Fonte da figura: J. T. Shipman et al.
An introduction to Physical Sciences.
13. ed. Boston: Brooks/Cole, 2013.
p. 449.

De olho na BNCC!

Algumas noções históricas são relevantes em um curso de Ciências da Natureza. O conhecimento não é algo pronto e acabado, mas envolve um processo dinâmico em que modelos são criados, aprimorados e, às vezes, abandonados e substituídos por outros mais adequados para explicar a realidade observável, ou seja, as evidências experimentais.

A história da Ciência faz parte da história da humanidade e a evolução dos conceitos científicos está condicionada a uma série de fatores sociais, culturais, políticos e econômicos. Afinal de contas, as Ciências da Natureza são um constructo humano.

O estudo de alguns modelos astronômicos, neste capítulo, possibilita a percepção do conhecimento científico como provisório, “as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.” (BNCC, 2017, p. 322.)

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “A reforma gregoriana do calendário” e “Qual é a origem da designação bissexto?”.

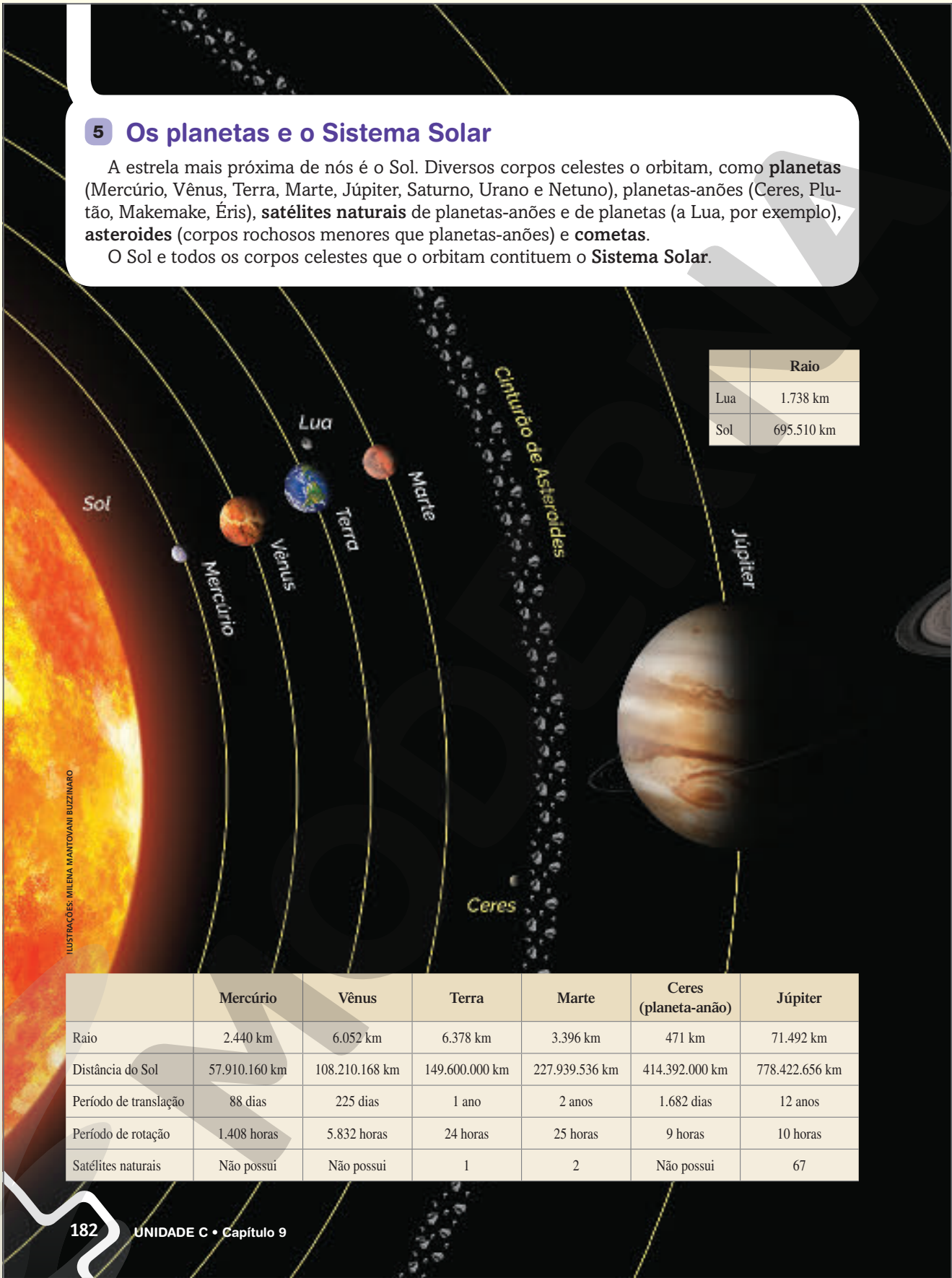
Atividades

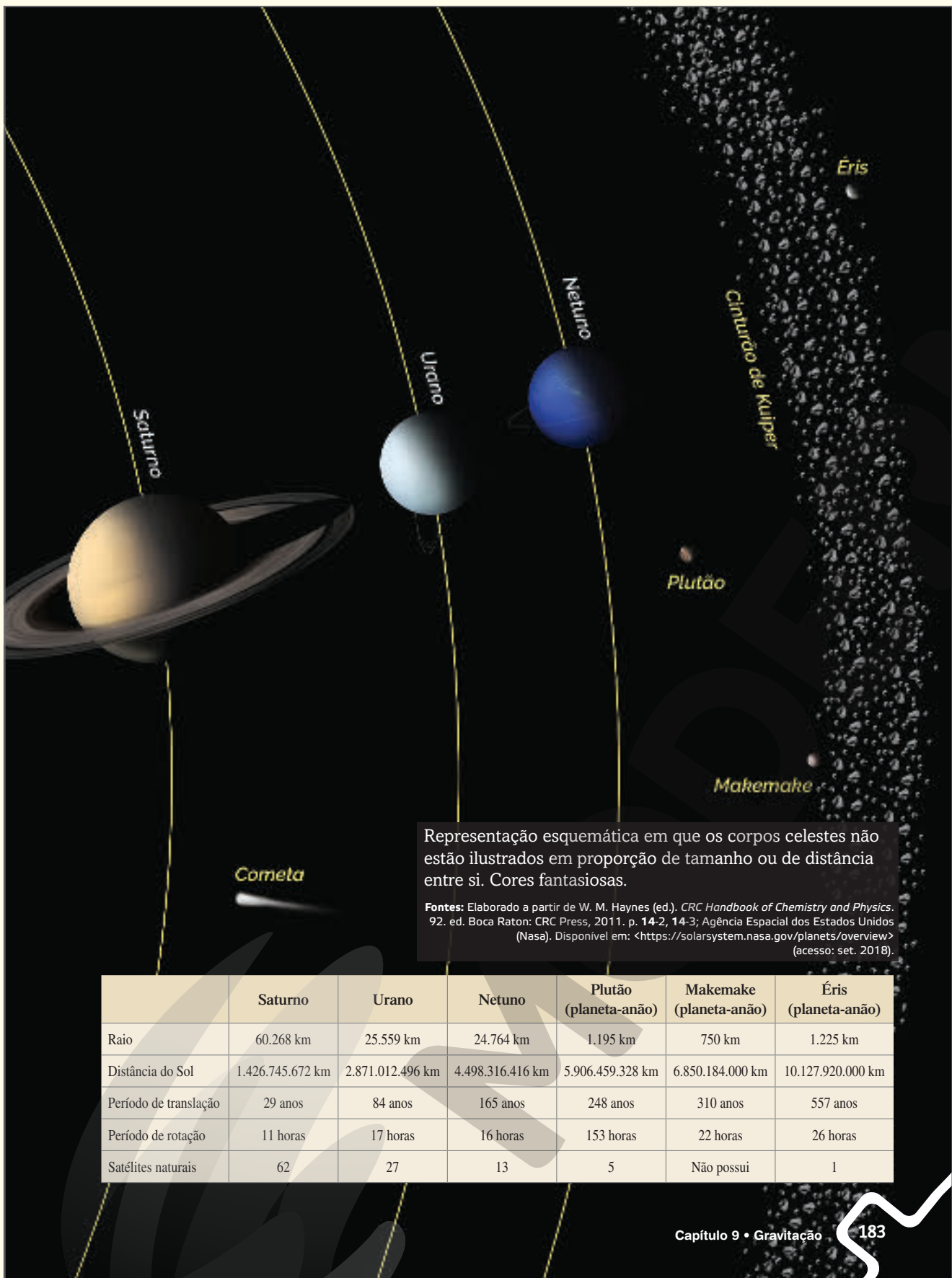
Ao final dessa página, proponha os exercícios 1 a 6 do *Use o que aprendeu* e as atividades 1 a 5 do *Explore diferentes linguagens*.

5 Os planetas e o Sistema Solar

A estrela mais próxima de nós é o Sol. Diversos corpos celestes o orbitam, como planetas (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), planetas-anões (Ceres, Plutão, Makemake, Éris), satélites naturais de planetas-anões e de planetas (a Lua, por exemplo), asteroides (corpos rochosos menores que planetas-anões) e cometas.

O Sol e todos os corpos celestes que o orbitam contituem o Sistema Solar.





• EF09CI14

“Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).”

Essa habilidade tem seu desenvolvimento nos itens 5 e 7 deste capítulo.

Neste item 5, os estudantes passam a ter condições de descrever quais são os principais componentes do Sistema Solar (Sol, planetas telúricos, planetas jovianos, planetas-anões, satélites naturais, asteroides) e de comentar, em linhas gerais, qual é a disposição desses corpos celestes na estrutura do sistema.

O quadro *Certifique-se de ter lido direito* dessa página solicita a atenção dos estudantes para alguns aspectos relevantes do Sistema Solar. Um deles é a distinção entre planetas telúricos (rochosos), entre os quais a Terra se inclui, e planetas jovianos (gigantes gasosos). Outro é o fato de nenhum dos demais planetas desse sistema apresentar características favoráveis à existência de vida.

O desenvolvimento da habilidade prossegue no item 7. Veja comentário sobre essa continuidade na página 189 deste Manual do professor.



ATIVIDADE

Certifique-se de ter lido direito

Ao estudar esse item 5, esteja certo de que compreendeu a distinção entre planetas telúricos e planetas jovianos, e sabe em qual desses grupos a Terra é incluída.

Além disso, perceba como as características dos demais planetas do Sistema Solar não possibilitaram a origem e a manutenção da vida, ao contrário do que ocorreu na Terra.

L. CALCADA/SCIENCE PHOTO LIBRARY/ATINSTOCK



Ilustração mostrando uma nuvem circular de matéria interestelar (gás e poeira) orbitando o Sol recém-formado (que está no centro), há cerca de 4,6 bilhões de anos. Aos poucos, a matéria desse disco foi coalescendo em alguns pontos e originando os planetas do Sistema Solar. (Concepção artística fora de proporção e em cores fantasiosas.)

Planetas rochosos e planetas gasosos

Os astrônomos foram gradualmente obtendo evidências sobre as características dos corpos celestes e compreendendo semelhanças e diferenças entre eles. Os planetas do Sistema Solar, conforme suas características, podem ser divididos em dois grupos.

Mercúrio, Vênus, Terra e Marte apresentam crostas rochosas e têm composição química relativamente semelhante, sendo chamados de **planetas telúricos** (o adjetivo *telúrico* significa relativo à Terra), que alguns denominam **planetas rochosos**. Eles são bem menores que os outros quatro planetas, têm conteúdo relativamente alto de elementos químicos metálicos e apresentam quantidade relativamente pequena de hidrogênio e hélio (que são os elementos mais abundantes nas estrelas e no Universo).

Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, ao contrário, são planetas bem maiores, com grande conteúdo de gases, especialmente hidrogênio e hélio. Eles são denominados **planetas jovianos** (o adjetivo *joviano* se refere a Júpiter) ou **planetas gigantes gasosos**. Apresentam um núcleo sólido ao redor do qual existe grande quantidade de gases. As porções mais internas desses gases, logo acima do núcleo, encontram-se liquefeitas devido à alta pressão a que estão submetidas.

De acordo com evidências científicas, o Sistema Solar se formou há cerca de 4,6 bilhões de anos, a partir de uma nuvem de gás e poeira. Devido à atração gravitacional, a matéria constituinte dessa nuvem coalesceu (reuniu-se, juntou-se) em diferentes pontos, o que deu origem ao Sol, aos planetas, seus satélites e a todos os demais corpos constituintes do Sistema Solar. (Lembre-se de que matéria atrai matéria e essa **atração** é denominada **gravitacional**.)

Mercúrio, o planeta mais próximo do Sol, perdeu gradualmente sua atmosfera devido ao calor proveniente dessa estrela. O aquecimento aumentou a energia cinética (energia associada ao movimento) das moléculas dos gases da atmosfera e elas atingiram velocidades tão altas que conseguiram vencer a atração gravitacional do planeta, escapando para o espaço. Em outras palavras, o aquecimento fez as moléculas atingirem a velocidade de escape. A superfície de Mercúrio apresenta muitas crateras, que se formaram devido ao impacto de meteoritos, principalmente nos 800 milhões de anos após sua formação. Assim como acontece no caso da Lua, essas crateras ainda estão lá porque, não havendo água nem atmosfera, não foram alteradas pela erosão.

Vênus, o segundo planeta mais próximo do Sol, perdeu parte de sua atmosfera, principalmente hidrogênio (H_2) e hélio (He), que são os gases cujas moléculas são mais leves e que, devido a isso, atingem a velocidade de escape mais facilmente que outros constituintes da atmosfera. O percentual de gás carbônico (CO_2) na atmosfera de Vênus é muito alto, cerca de 96%. Isso acarreta um efeito estufa muito acentuado, que faz a temperatura na superfície atingir aproximadamente $480\text{ }^\circ\text{C}$.

A Terra, devido a fatores como massa, distância ao Sol e composição química, reuniu condições para o aparecimento e a manutenção da vida. Reteve atmosfera (apesar de ter perdido parte dela, principalmente hidrogênio e hélio) e contém água líquida. Um efeito estufa moderado manteve a temperatura em níveis adequados, para que o planeta não fosse muito frio e a água não congelasse totalmente.

Marte tem diâmetro aproximadamente igual à metade do diâmetro da Terra. Sua massa é cerca de 9 vezes menor que a do nosso planeta. No Equador marciano, a temperatura varia de aproximadamente 30 °C, durante o dia, a -130 °C, à noite. Existe um pouco de vapor de água na atmosfera (0,02%), mas insuficiente para formar chuva. Não há rios, lagos ou oceanos. A espessura da atmosfera é mais fina que a da Terra. Essa camada gasosa é muito mais rarefeita que a nossa e contém apenas 0,13% de oxigênio.

Júpiter e os demais planetas jovianos encontram-se muito distantes do Sol e são muito frios. A baixa temperatura não favoreceu o escape dos gases, e esses planetas apresentam alto conteúdo de hidrogênio e hélio. A alta massa desses planetas faz com que a atração gravitacional seja muito alta, o que também atuou na retenção dos gases e favoreceu a incorporação de parte dos gases que escaparam de planetas telúricos.

6 Sol, a nossa estrela

O Sol é a estrela mais próxima da Terra. Ele apresenta massa 333 mil vezes maior que a do nosso planeta e tem diâmetro de 1,4 milhão de quilômetros (109 vezes o diâmetro terrestre). Comparado às demais estrelas, que serão nosso assunto mais à frente, o Sol é uma estrela de massa e temperatura medianas.

É constituído principalmente de hidrogênio (cerca de três quartos) e hélio (cerca de um quarto), contendo quantidades relativamente bem menores de alguns outros elementos químicos.

A detecção dos elementos químicos presentes no Sol se fundamenta na análise da luz emitida por ele. Vimos, no capítulo 3, que os átomos de cada elemento absorvem luzes de frequências específicas. Analisando, com instrumentos de grande precisão, todas as frequências de luzes visíveis emitidas pelo Sol (isto é, cada uma das tonalidades de cores do espectro visível), os astrônomos detectaram que algumas delas estão ausentes, o que indica a presença, no Sol, do elemento que absorve aquela frequência específica.

Quando essa determinação foi realizada (por volta de 1868), os cientistas notaram que algumas das frequências luminosas que faltavam na luz solar não correspondiam a nenhum elemento químico conhecido na época. Isso evidenciava a existência, no Sol, de algum elemento não descoberto até então. Esse elemento, que foi posteriormente detectado na atmosfera terrestre (na qual existe em porcentagem minúscula, por volta de 0,00052%), é o hélio, nome que vem do grego *hélios*, que significa Sol.



NASA/JPL/CORNELL UNIVERSITY/MAAS DIGITAL

Ilustração mostrando um dos dois veículos automatizados (e não tripulados) enviados para Marte com a finalidade de investigar aspectos ambientais e geológicos do planeta. Sobre essas duas missões exploratórias, veja o quadro Use a internet, abaixo. (Concepção artística, em cores fantasiosas.)



Use a internet

Em meados de 2003, a Nasa (agência espacial estadunidense) enviou dois veículos exploradores para Marte, que pousaram no solo marciano no início de 2004.

Na internet, você pode encontrar mais informações sobre essas missões e seus resultados.

Entre as expressões que você pode usar para uma busca, estão: *veículos exploradores de Marte*, *cronologia das missões a Marte*, *sonda Spirit* e *sonda Opportunity*.

Temperatura no núcleo de estrelas: K vs. °C

Quando tratamos de temperaturas muitíssimo elevadas, como aquelas do **núcleo** das estrelas, expressar a temperatura em K ou em °C não faz tanta diferença assim.

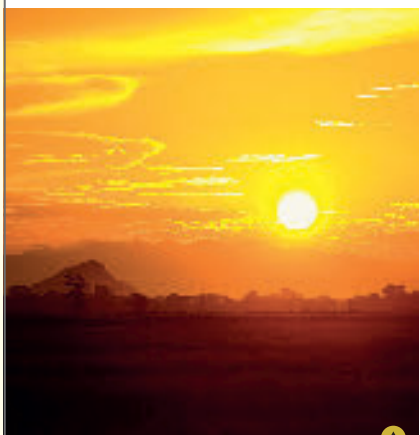
O interior no Sol, por exemplo, está a cerca de 15 milhões de kelvins. Acontece que a própria imprecisão da determinação da temperatura, nesses casos, pode ser maior do que a diferença entre os valores nas duas escalas, que é de 273 unidades.

Em outras palavras, quando tratamos da temperatura no **interior** das estrelas, tenha em mente que a diferença entre as duas escalas torna-se cada vez menos relevante quanto maior for a temperatura em questão.

Atente!

A possível dúvida dos estudantes, que está comentada no quadro azul dessa página, será resolvida no item 8, subitem *Formação das estrelas*.

Lá, os estudantes aprenderão que a energia potencial gravitacional converte-se em energia térmica, à medida que a atração gravitacional provoca a aproximação (coalescência) do material de uma nébula gasosa. Se o aquecimento no interior da protoestrela (corpo celeste precursor de uma estrela) atingir 10 milhões de kelvins, a fusão nuclear do hidrogênio começará e se sustentará. Quando isso ocorre, dizemos que a protoestrela transforma-se em estrela.



GALINA ANDRUSHOVSHUTTERSTOCK

A energia solar é proveniente de um fenômeno denominado fusão nuclear do hidrogênio, que ocorre no interior dessa estrela. (Pôr do Sol fotografado em Sri Lanka, país da Ásia.)



Talvez, neste ponto, você esteja com uma dúvida. É a fusão nuclear que libera a energia produzida pelo Sol. Mas, para que a fusão nuclear aconteça, é necessária uma altíssima temperatura.

Então, como a fusão nuclear lá se iniciou?

Já que é ela que mantém o Sol quente, o que fez o Sol se aquecer inicialmente a uma temperatura tal que a fusão nuclear fosse possível?

Você descobrirá as respostas ainda neste capítulo.

No Sol, ocorre fusão nuclear do hidrogênio

Nas décadas finais do século XIX, cálculos teóricos referentes à quantidade de energia emitida pelo Sol indicavam que não era possível que essa energia fosse proveniente da reação química de queima de combustíveis, tais como lenha, carvão, petróleo ou qualquer outro similar. Se fossem essas as fontes da energia solar, a quantidade desses combustíveis queimada, a cada segundo, teria de ser tão gigantesca que ele já teria esgotado seu suprimento de energia e parado de emitir luz há muito tempo.

O Sol não é, portanto, uma “bola de fogo” na qual algum combustível queima, em uma reação química de combustão.

Qual seria, então, a fonte de energia solar?

Nas primeiras décadas do século XX, os físicos gradualmente descobriram a resposta. O que ocorre no Sol — e é responsável pela liberação de energia por esse astro — não é uma reação química, mas um **fenômeno nuclear** (uma transformação que envolve núcleos de átomos) denominado **fusão nuclear**.

A fusão nuclear que ocorre no Sol é uma série de processos por meio dos quais núcleos de hidrogênio reúnem-se formando núcleos de hélio, com a simultânea liberação de grande quantidade de energia. Esse processo não ocorre nas temperaturas usuais aqui da Terra, mas é possível a temperaturas extremamente elevadas, como a da região mais interna do Sol.

Para você ter uma ideia, na fusão nuclear de 1 grama de hidrogênio, a energia liberada é 9 milhões de vezes maior que na queima de 1 grama de carbono grafite ou 10 milhões de vezes maior que na queima de 1 grama de etanol (álcool comum).

A cada segundo, o Sol converte cerca de 4 milhões de toneladas de hidrogênio em hélio. Dá para ter uma noção de que a quantidade de energia liberada pela estrela é enorme!

A fusão nuclear é um dos vários fenômenos nucleares que são atualmente conhecidos. De modo geral, todos esses acontecimentos envolvem energias bem superiores às aquelas envolvidas nas reações químicas (nas quais os átomos se recombinaem, mas sem que haja qualquer alteração em seus núcleos).

Escala kelvin de temperatura

Os cientistas comumente expressam a temperatura das estrelas usando a unidade **kelvin**, simbolizada por **K**.

Ao usar essa unidade, atente que **não** se fala “grau” kelvin (**nem** se escreve “°K”); o **correto** é apenas kelvin, cujo plural é kelvins.

Para converter da unidade grau Celsius (°C) para a kelvin (K), somamos 273 ao valor da temperatura em Celsius.

Assim, por exemplo, 25 °C equivalem a 298 K (lê-se 298 kelvins), 100 °C equivalem a 373 K e 1.000.000 °C equivalem a 1.000.273 K.

A temperatura no centro do Sol é da ordem de 15 milhões de kelvins e, na sua superfície, é cerca de 5.800 K.

Estrutura do Sol

O esquema ao lado representa a estrutura do Sol, ilustrada em corte e com cores fantasiosas para efeito de visualização didática. O **núcleo** (indicado por 1), é a região solar mais quente, com temperaturas da ordem de 15 milhões de kelvins. É no núcleo que ocorre a fusão nuclear do hidrogênio, formando hélio. Seu diâmetro é cerca de 140 mil quilômetros e lá existe hidrogênio suficiente para que a fusão nuclear desse elemento continue a ocorrer por mais cerca de 5,4 bilhões de anos.

Afastando-se do núcleo, a temperatura diminui até que não mais seja suficiente para manter a fusão nuclear. A energia liberada no núcleo é irradiada por meio de ondas eletromagnéticas (que estudamos no capítulo 3) através da região chamada de **zona radiativa** (2, no esquema), isto é, onde acontece radiação, ou irradiação.

Na **zona convectiva** (3), o aquecimento dos gases solares cria correntes de convecção, movimentações de material fluido devido a diferenças de temperatura. As porções mais quentes sobem (em direção à superfície) e as mais frias descem. Por meio das correntes de convecção, a energia chega até a camada seguinte.

Essa camada seguinte é a **fotosfera** (4), que é relativamente bem fina (cerca de 400 quilômetros de espessura) e cuja temperatura média é de aproximadamente 5.800 K. Ela tem esse nome (do grego *photós*, luz) porque é a região que emite luz.

Nas lâmpadas de filamento incandescente, que foram muito usadas na iluminação de residências, um filamento (fio fino) de metal é aquecido pela energia elétrica até temperaturas suficientemente altas para que fique incandescente. De maneira similar, a fotosfera (embora mais fria que as camadas interiores da estrela) está a uma temperatura suficientemente alta para emitir luz. Assim, a energia solar é produzida no núcleo do Sol, aquece essa camada relativamente fina, a fotosfera, e é ela que emite luz e calor para o espaço.

O Sol tem ainda outras duas camadas, uma delas com 2 mil a 3 mil quilômetros de espessura, chamada **cromosfera** (do grego *chroma*, cor), de coloração róseo-avermelhada (veja 5, na imagem ao lado). A cromosfera é fotografável quando, em um eclipse solar total, a Lua passa à frente do Sol, encobrindo a fotosfera. Você **JAMAIS deve olhar diretamente para o Sol**, mesmo durante eclipses solares, pois a intensa luminosidade pode prejudicar sua visão.

A coloração da cromosfera se deve principalmente às emissões provenientes de elétrons excitados quando retornam ao estado fundamental (capítulo 3) em átomos de hidrogênio. Essa camada apresenta um contorno irregular devido às chamadas **proeminências solares** (6), jatos de gás aquecido que se estendem a alturas de cerca de 700 quilômetros com aparência de labaredas. Cada proeminência dura cerca de 5 a 15 minutos.

A última camada do Sol, extremamente rarefeita, é um grande halo esbranquiçado e irregular, também fotografável durante um eclipse solar, chamado de **coroa solar** (7).

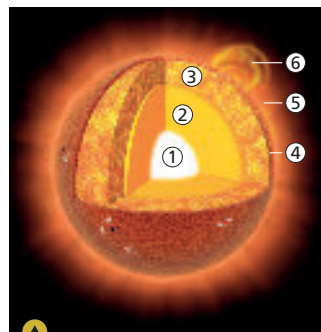


Ilustração (fora de proporção, em cores fantasiosas e corte parcial) mostrando a estrutura do Sol. As camadas indicadas pelos números de 1 a 5 são nomeadas e comentadas no texto desta página. O número 6 indica uma proeminência solar.



Durante um eclipse solar total, a Lua encobre a fotosfera solar. Nessa situação, à qual se refere a imagem, pode-se ver o tom róseo-avermelhado da cromosfera (5) e seu contorno irregular devido às proeminências (duas delas indicadas por 6). A imagem também mostra o enorme halo esbranquiçado de gases muito rarefeitos, que é denominado coroa solar (7). (Imagem óptica composta, representando a Lua à frente do Sol em eclipse solar total.)

Atente!

Em algumas publicações, é possível que você leia que o hidrogênio é o "combustível" da "reação" nuclear que ocorre no Sol. Tenha em mente que **não** se trata de uma reação química de combustão e, portanto, a denominação "combustível", nesse contexto, não é correta.

Atente!

A distinção entre os conceitos científicos de **asterismo** e de **constelação** foi abordada no volume anterior. Se necessário, recorde aos estudantes a diferença que existe entre esses conceitos.

Um **asterismo** é um grupo de estrelas visíveis no céu que, unidas de forma imaginária, lembra alguma figura, por exemplo, um objeto, uma forma geométrica, um animal, uma forma mitológica etc.

Assim, por exemplo, nessa página do livro do estudante, aparece uma imagem óptica do asterismo conhecido como Três Marias.

Até por volta de 1930, era comum o uso a palavra **constelação** para designar alguns importantes asterismos nomeados desde a Antiguidade. A partir de então, o termo **constelação** passou a ser usado, em Astronomia, para designar uma região da esfera celeste delimitada de acordo com critérios da União Astronômica Internacional (IAU).

Assim, **constelação** é cada uma das 88 regiões em que a esfera celeste é dividida (segundo a União Astronômica Internacional) com propósitos de cartografia celeste.

Uma pesquisa na internet pelo nome de cada constelação permite rapidamente encontrar uma esquematização da delimitação de sua região e as principais estrelas nela presentes. Cada constelação recebeu o nome de um asterismo nela existente.

O asterismo das Três Marias, que é mostrado na foto dessa página, faz parte da região celeste denominada Constelação de Órion. Esse asterismo também é denominado Cinturão de Órion.



Imagem óptica, obtida da Terra, do asterismo Três Marias, ou Cinturão de Órion. As estrelas indicadas são (A) Alnitak, (B) Alnilam e (C) Mintaka, respectivamente, a 800, 1.340 e 900 anos-luz da Terra. As manchas avermelhadas, na imagem, são nébulas contendo principalmente hidrogênio. A radiação de estrelas próximas a elas excita elétrons dos átomos que, no retorno ao estado fundamental, emitem luz.



Foto do céu estrelado, tirada do Deserto do Atacama, no Chile (2017). A faixa celeste mais clara, do canto inferior esquerdo ao superior direito, é parte da Via Láctea. No solo, vemos o contorno de alguns cactos.

Ilustração esquemática do aspecto que a Via Láctea teria para um observador fora dela olhando para o centro da Galáxia perpendicularmente ao disco galáctico. (Cores fantasiosas.)

7 Galáxias

Expressando distâncias em Astronomia

Para expressar as grandes distâncias envolvidas em Astronomia, é costume empregar a unidade **ano-luz**, que é a distância percorrida pela luz em um ano. (A luz se propaga no vácuo com velocidade de 300 mil quilômetros por segundo.) Às vezes, também é usado o **minuto-luz**, que é a distância percorrida pela luz em 1 minuto.

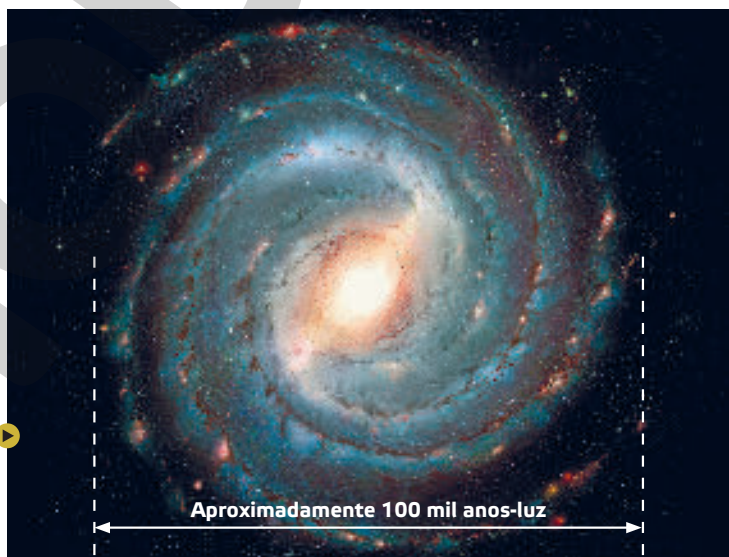
- Um **ano-luz** equivale a 9,46 trilhões de quilômetros.
- Um **minuto-luz** equivale a 18 milhões de quilômetros.

A estrela mais próxima da Terra, sem considerar o Sol, é *Proxima Centauri*, a 4,2 anos-luz de distância daqui. A estrela *Alpha Crucis*, a mais brilhante do Cruzeiro do Sul, está a 320 anos-luz. A distância de Netuno ao Sol é cerca de 0,0005 ano-luz e a da Terra ao Sol é de aproximadamente 8,3 minutos-luz.

Nossa Galáxia

Em uma noite sem luar e longe das luzes das cidades, milhares de estrelas podem ser vistas no céu. Existe uma região celeste, em forma de faixa irregular, em que a concentração de estrelas é perceptivelmente maior do que no restante do céu (veja foto ao lado), que foi chamada de **Via Láctea** (do latim *lactis*, leite), devido à semelhança com respingos de leite derramado.

A Via Láctea é a nossa **Galáxia** (do grego *gálaktos*, leite), um grande conjunto de estrelas, que inclui gás, poeira e também corpos celestes que orbitam as estrelas. Os cientistas estimam que a Via Láctea contenha cerca de 400 bilhões de estrelas distribuídas em uma enorme região em forma de disco circular cujo diâmetro é de aproximadamente 100 mil anos-luz (veja a ilustração abaixo).



• EF09CI14

“Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).”

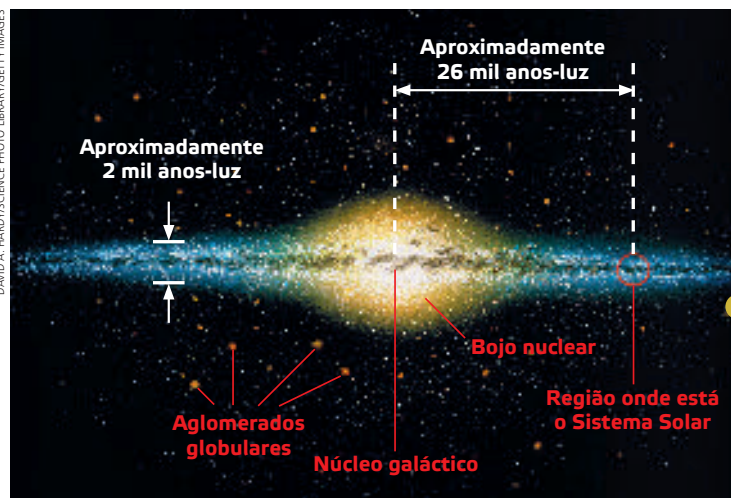
Nesse item 7, completa-se o desenvolvimento dessa habilidade, iniciado no item 5.

Aqui, os estudantes passam a conhecer nossa Galáxia, a Via Láctea, e a ter noção de suas dimensões e da localização aproximada do Sistema Solar dentro dela.

A atividade do *Certifique-se de ter lido direito* dessa página chama a atenção dos estudantes para que se mostrem capazes de localizar o nosso planeta no Sistema Solar e na Galáxia, bem como de mencionar que existem **bilhões** de estrelas na Via Láctea e **bilhões** de outras galáxias no Universo observável, cada uma delas com **bilhões** de estrelas.

Perceber que é não é viável viajar distâncias interestelares e intergalácticas, no atual estágio tecnológico da humanidade, será parte integrante do desenvolvimento da habilidade EF09CI16, mais à frente.

A espessura aproximada do **disco galáctico** é de 2 mil anos-luz e ele apresenta uma protuberância na região central, denominada **bojo nuclear**, cujo centro é **núcleo galáctico**. Acima e abaixo do disco, há grupos de estrelas, chamados **aglomerados globulares**, que também fazem parte da Via Láctea. O Sol está a cerca de 26 mil anos-luz do núcleo galáctico (veja a ilustração abaixo).



A Galáxia está em rotação ao redor do seu centro. O Sol (e o Sistema Solar) movimentam-se 200 km/s ao redor desse centro e completam uma volta ao redor dele a cada 250 milhões de anos.

Do nosso ponto de vista, aqui da Terra, percebemos a Via Láctea como uma faixa no céu porque o que conseguimos ver é a grande concentração de estrelas no disco galáctico.

Daqui, não é possível ver diretamente o núcleo galáctico, pois há uma enorme nuvem de gás e poeira no caminho, que não é atravessada pela luz visível. No entanto, outras ondas eletromagnéticas provenientes do núcleo galáctico, tais como ondas de rádio, infravermelho e raios X, atravessam essa nuvem. A análise dessas emissões possibilitou aos astrônomos estudar o centro da Via Láctea.

Outras galáxias

Com auxílio de telescópicos, é possível visualizar agrupamentos de estrelas, muitos deles com formato elíptico ou circular, que não pertencem à nossa Galáxia e que, segundo evidências astronômicas, são outras galáxias.

Os astrônomos estimam que o número de galáxias no Universo observável é da ordem de 100 bilhões. E cada uma delas pode conter bilhões de estrelas!

Entre as galáxias mais próximas da Terra estão a Grande Nuvem de Magalhães, a cerca de 160 mil anos-luz, e Andrômeda, a aproximadamente 2,5 milhões de anos-luz.



ATIVIDADE

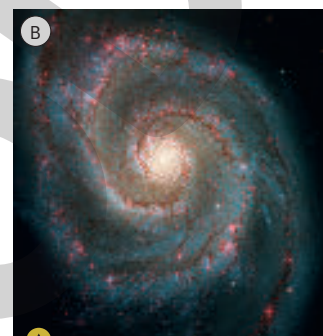
Certifique-se de ter lido direito

Após estudar os itens 6 e 7 deste capítulo, você sabe situar a Terra no Sistema Solar? E na Via Láctea?

Tem uma ideia de quantas outras estrelas existem nesta Galáxia, além do Sol? Consegue dizer

aproximadamente quantas outras galáxias os cientistas estimam que existam?

Ilustração esquemática do aspecto que a Via Láctea teria para um observador fora dela, posicionado no plano do disco galáctico e olhando para o centro da Galáxia por um eixo perpendicular à linha que une o Sol a esse centro. (Cores fantasiosas e fora de escala.)

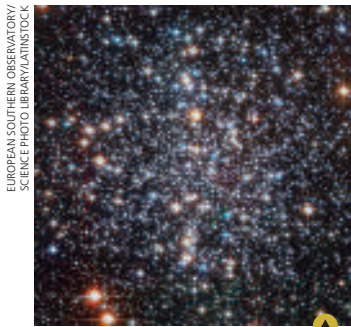


Imagens ópticas obtidas pelo Telescópio Espacial Hubble (que orbita a Terra): (A) galáxia NGC 1300, a cerca de 69 milhões de anos-luz, com diâmetro de 110 mil anos-luz, e (B) galáxia NGC 5194, a cerca de 30 milhões de anos-luz, com diâmetro de 43 mil anos-luz. (Distâncias e diâmetros aproximados.)

Atente!

A ideia central a ser transmitida com essa página é que existe relação entre a cor de uma estrela e a temperatura de sua superfície.

Essa associação será importante para que, logo mais à frente, os estudantes possam compreender o diagrama H-R e conhecer estágios do ciclo evolutivo de estrelas.



Existem estrelas de diferentes cores, como vemos nessa imagem óptica do aglomerado de estrelas NGC 6121 (a aproximadamente 7.200 anos-luz de nós), obtida pelo Telescópio Espacial Hubble.



Use a internet

Dê uma busca pelos nomes de estrelas citados neste capítulo e descubra mais informações sobre elas, tais como localização no céu, distância à Terra, ano da descoberta e curiosidades.

8 Sol e outras estrelas

Temperatura e cor das estrelas

Existem estrelas vermelhas, laranjas, amarelas, brancas e azuis. As diferentes cores estão relacionadas à temperatura da parte externa da estrela, aquela que, como a fotosfera solar, é responsável pela emissão de luz. Mesmo entre as estrelas de uma mesma cor (digamos estrelas amarelas), diversas tonalidades podem ocorrer (por exemplo, desde um amarelo alaranjado até um amarelo esbranquiçado).

No final do século XIX e no início do século XX, foram feitos muitos estudos científicos sobre a luz emitida pelas estrelas, destacando-se, entre outros, os realizados pela escocesa Williamina Fleming (1857-1911) e pela estadunidense Annie J. Cannon (1863-1941). Esses estudos possibilitaram dividir as estrelas em categorias chamadas **classes espectrais**, de acordo com características dos espectros luminosos estelares (recordê o que é um espectro, no item 4 do capítulo 3).

As classes espectrais são designadas pelas letras **O, B, A, F, G, K e M**. Nessa sequência, a temperatura decresce de **O** para **M**, ou seja, as estrelas da classe **O** são as mais quentes e as da classe **M** são as mais frias.

Os textos abaixo das ilustrações do esquema a seguir mencionam a cor predominante de cada classe espectral, a faixa de temperatura e exemplos de estrelas pertencentes àquela classe.

Classes espectrais das estrelas

(Ilustrações fora de escala.)



Classe O
(Azul ou violeta)
30.000-50.000 K
Exemplos:
Naos, Mintaka.



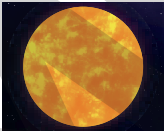
Classe B
(Azul)
11.000-30.000 K
Exemplos:
Espiga, Rigel.



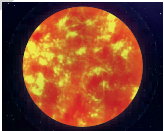
Classe A
(Branca ou levemente azul)
7.500-11.000 K
Exemplos:
Sírio, Vega.



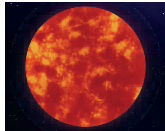
Classe F
(Branca ou amarela)
5.900-7.500 K
Exemplos:
Canopeia, Prócion.



Classe G
(Amarela)
5.200-5.900 K
Exemplos:
Sol, Capella.



Classe K
(Laranja)
3.900-5.200 K
Exemplos:
Arcturo, Aldebarã.



Classe M
(Laranja ou vermelha)
2.500-3.900 K
Exemplos:
Antares, Betelgeuse.

Fonte dos dados de temperatura e exemplos: N. F. Comins e W. J. Kaufmann III. *Discovering the Universe*. 8. ed. Nova York: Freeman, 2008. p. 328.

FOTOS: VERONIKA BYVSHUTERSTOCK

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Formação das estrelas

Segundo a hipótese científica mais aceita, as estrelas se formam a partir de **nébulas**, nuvens interestelares contendo predominantemente gases, com cerca de três quartos de hidrogênio e um quarto de hélio. Pode haver outros elementos presentes, mas respondem geralmente por cerca de 2% da massa. Aos poucos, a atração gravitacional provoca a coalescência (aglutinação) do material da nébula, que, à medida que se encolhe, gira cada vez mais rápido ao redor de seu centro, torna-se mais plana e com um centro cada vez mais definido e protuberante, no qual se forma uma enorme esfera de gás. Durante a coalescência, a temperatura no interior dessa esfera aumenta muito.

Para entender por que esse aquecimento ocorre, pense no caso de um objeto, aqui na Terra, suspenso a alguns metros de altura do solo. Se ele for solto, será atraído pelo planeta e a energia potencial gravitacional do sistema objeto-Terra diminuirá durante a queda. Contudo, como a energia se conserva, a energia potencial se converterá, durante a queda, em energia cinética (energia de movimento). Quando o objeto for freado pelo choque com o solo, essa energia cinética será convertida em energia térmica (calor) e energia sonora (ruído).

De modo análogo, quando a atração gravitacional faz com que grandes massas de gás das nuvens interestelares se aproximem, a energia potencial gravitacional inicial do sistema (constituído pelas moléculas de gás muito separadas) converte-se gradualmente em energia cinética e, depois, em energia térmica, o que faz a temperatura aumentar à medida que a nuvem coalesce.

Chamamos de **protoestrela** (do grego *prôtos*, primitivo) o estágio precursor de uma estrela, antes que se inicie a fusão nuclear, estágio em que ainda está havendo acréscimo de gás e poeira estelar devido à atração gravitacional.

Se a massa da protoestrela for suficientemente alta, no mínimo por volta de 8% da massa do Sol (isto é, 0,08 vezes a massa solar), o aumento de temperatura proveniente da atração gravitacional possibilitará que a temperatura no núcleo atinja 10 milhões de kelvins, o mínimo necessário para que a fusão nuclear se inicie e se mantenha.

Caso a massa seja inferior a esse mínimo necessário, a temperatura não subirá suficientemente para sustentar a fusão nuclear e o corpo celeste, nesse caso, é denominado **anã marrom**.

Se a massa inicial for muito grande, superior a 100 vezes a massa do Sol, a temperatura no núcleo subirá tanto que a fusão nuclear ocorrerá com enorme rapidez, a ponto de a energia liberada provocar a violenta explosão da esfera de gás, espalhando seus constituintes pelo espaço, não havendo formação da estrela.

Assim, para que uma protoestrela se transforme em uma estrela, sua massa deve ser, no mínimo, 8% da massa solar e, no máximo, 100 vezes a massa solar.



Imagem óptica, obtida pelo Telescópio Espacial Hubble, de uma região formadora de estrelas (NGC 602), a aproximadamente 196 mil anos-luz da Terra. Um grupo de estrelas azuis (no centro), relativamente recentes, ilumina o que sobrou da nébula que deu origem a elas.

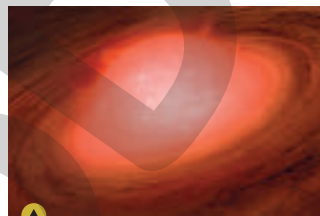


Ilustração de uma protoestrela se formando devido à aglutinação de material de uma nébula. Nessa fase de protoestrela, a fusão nuclear ainda não se iniciou e o corpo celeste não emite luz visível. Contudo, devido ao aquecimento decorrente da aproximação gravitacional das partículas, ela emite infravermelho e, assim, pode ser detectada. (Concepção artística fora de proporção e em cores fantasiosas.)

Luminosidade de estrelas

A principal ideia desenvolvida no subitem é a de que cada estrela tem uma **luminosidade** que lhe é característica. Essa grandeza, que não depende da distância da estrela à Terra, é determinada pelos astrônomos e costuma ser expressa **em relação à luminosidade do Sol**.

O diagrama H-R

Ajude os alunos a interpretar esse gráfico, que está no início da próxima página.

Nele, cada estrela pode ser representada por um ponto, que corresponde a uma luminosidade em relação ao Sol (lida no eixo y) e uma temperatura (lida no eixo x). A temperatura, como já vimos, está diretamente relacionada à cor da estrela. Para não congestionar a imagem, apenas alguns pouquíssimos pontos foram representados (por meio de ilustrações de estrelas, fora de proporção entre si).

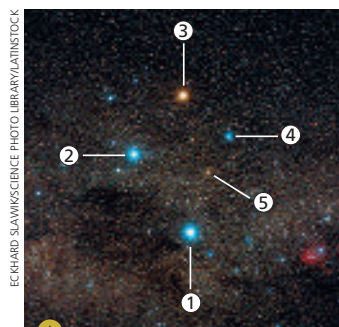
Enfatize que a maioria das estrelas faz parte da chamada **sequência principal**. Nela, observa-se uma importante regularidade: estrelas maiores são mais quentes e mais luminosas, e estrelas menores, mais frias e pouco luminosas.

De olho na BNCC!

• EF09CI16

“Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares”

O *Trabalho em equipe* da próxima página inicia o desenvolvimento dessa habilidade. A meta, **neste** momento, é utilizar saberes adquiridos no capítulo 7 para calcular o tempo necessário para algumas viagens espaciais. Recomende aos estudantes que realizem os cálculos empregando potências de 10 e que usem calculadora.



Na parte central dessa imagem óptica, obtida da Terra, estão as cinco estrelas mais luminosas da Constelação Cruzeiro do Sul, que formam um asterismo que lembra uma pipa. Elas podem ser vistas com relativa facilidade, do Hemisfério Sul, no outono. Os números indicam a ordem decrescente de luminosidade:

- (1) *Alpha Crucis*, *Acrux* ou Estrela de Magalhães.
- (2) *Beta Crucis* ou Mimosa.
- (3) *Gamma Crucis* ou Rubídea.
- (4) *Delta Crucis* ou Pálida.
- (5) *Epsilon Crucis* ou Intrometida.

Suas distâncias aproximadas à Terra são, respectivamente, de 320, 280, 87, 345 e 230 anos-luz.

Luminosidade das estrelas

Quando observamos estrelas, outra característica, além da cor, é facilmente perceptível: o brilho. Essas duas características, cor e brilho, não devem ser confundidas. A cor, como já vimos, depende da temperatura da superfície estelar. O brilho, por sua vez, está relacionado à quantidade de energia que a estrela produz e irradia para o espaço. Quanto maior essa energia, mais brilhante ela é.

Contudo, pense na seguinte situação: duas lâmpadas de mesma potência (digamos, 30 watts), acesas à noite, uma a 10 metros e outra a 100 metros de você. A lâmpada mais distante parecerá menos brilhante, apesar de irradiar a mesma quantidade de energia por segundo que a outra.

O mesmo ocorre com o brilho estelar. As estrelas Betelgeuse e Prócion, por exemplo, aparentam ter brilhos semelhantes quando observadas da Terra, mas a primeira emite cerca de 5 mil vezes mais luz que a segunda. Ocorre que Betelgeuse está muito mais longe de nós, a mais de 400 anos-luz, enquanto Prócion está mais perto, a cerca de 11 anos-luz.

Para poder comparar a intensidade da luz das estrelas sem se preocupar com a diferença de distância, os astrônomos empregam o conceito de **luminosidade**, que expressa quanta luz cada estrela emite por segundo, informando o resultado em comparação com o Sol. A luminosidade apresenta valores muito diversos. Algumas estrelas são milhões de vezes mais luminosas que o Sol; outras têm menos de um centésimo de milésimo de sua luminosidade.

A luminosidade de Betelgeuse, por exemplo, é milhares de vezes a do Sol. Já no caso de *Proxima Centauri*, é inferior a um décimo de milésimo da luminosidade solar.

O diagrama H-R

Embora luminosidade e temperatura sejam propriedades distintas, existe, no caso de muitas estrelas, uma relação entre elas. No início do século XX, o dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967) e o estadunidense Henry N. Russel (1877-1957) elaboraram um gráfico, conhecido como **diagrama H-R** (veja-o no alto da página seguinte), em que essa relação ficou evidente.

No eixo horizontal do diagrama, são indicadas as temperaturas da superfície emissora de luz das estrelas, crescendo da direita para a esquerda. No eixo vertical, são indicadas as luminosidades em relação ao Sol, crescendo de baixo para cima. Cada estrela, sendo caracterizada por uma luminosidade e uma temperatura, pode ser representada em algum ponto do diagrama.

A maioria das estrelas forma uma faixa nesse diagrama denominada **sequência principal**. Nela, há uma relação perceptível: quanto mais luminosa é uma estrela, maior é sua temperatura e mais azulada ela é. Inversamente, quanto menor a luminosidade, mais fria e mais avermelhada é a estrela.

É conveniente lembrar aos alunos que:

- $10^3 = 1.000 = 1$ mil;
- $10^6 = 1.000.000 = 1$ milhão;
- $10^9 = 1.000.000.000 = 1$ bilhão;
- $10^{12} = 1.000.000.000.000 = 1$ trilhão.

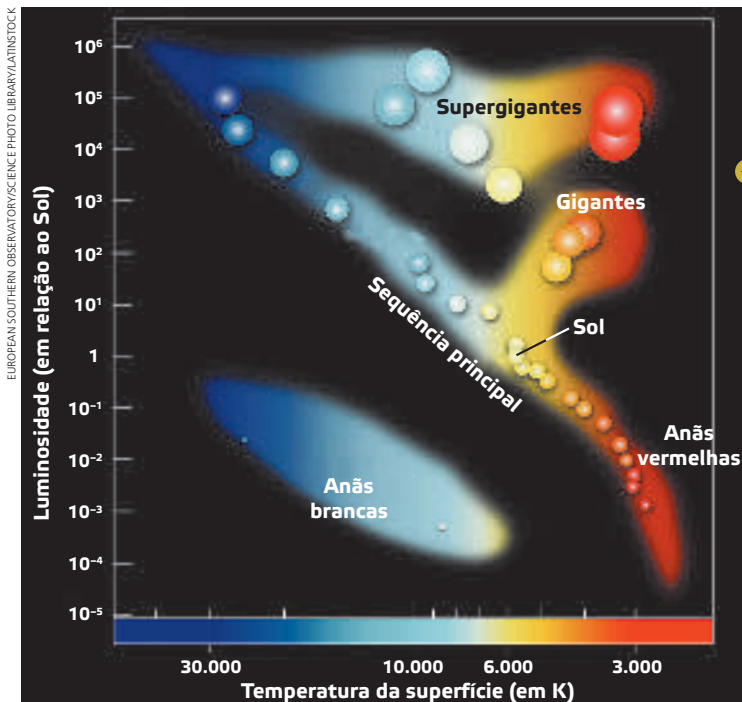


Diagrama H-R (iniciais de Hertzsprung e Russell).

No eixo horizontal, estão as temperaturas (em kelvins) da superfície emissora de luz das estrelas.

No eixo vertical, estão as luminosidades, expressas como múltiplos da luminosidade do Sol.

Lembre-se de que:

$$10^6 = 1.000.000$$

$$10^5 = 100.000$$

e assim por diante, até:

$$10^{-4} = 0,0001$$

$$10^{-5} = 0,00001.$$

(Estrelas ilustradas fora de escala. As cores não reproduzem com fidelidade a cor das estrelas.)

Fonte: R. M. Rottner. *Making the invisible visible*. Washington: Nasa, 2017. p. 5.



ATIVIDADE

Trabalho em equipe

Considerem um foguete que se mova no espaço a 300.000 km/h em relação à Terra (isso é muito veloz, de acordo com a nossa atual tecnologia).

Em quanto tempo ele iria daqui à estrela mais próxima, que não seja o Sol?

Quanto tempo esse foguete levaria para ir da Terra ao núcleo da Galáxia? E para atravessar a espessura do disco galáctico? E para ir de um extremo da Via Láctea ao outro, percorrendo o diâmetro dela?

Dados necessários para fazer os cálculos estão neste capítulo.

Depois de chegarem às respostas, concluem se viagens a outros sistemas solares são viáveis no atual estágio da tecnologia humana.

- Buscar, no texto do capítulo, cada distância envolvida (em ano-luz).
- Multiplicar a distância por $9,46 \cdot 10^{12}$, para converter para km (pois 1 ano-luz equivale a 9,46 trilhões de quilômetros).

- Dividir a distância (Δs , em km) pela **velocidade do foguete** ($v = 3 \cdot 10^5$ km/h), para obter o intervalo de tempo (Δt , em h) que a viagem leva. Isso decorre do conceito de velocidade média:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v}$$

- Finalmente, dividir o valor obtido por $8,76 \cdot 10^3$, para expressar Δt em anos (isso porque um ano equivale a $8,76 \cdot 10^3$ h, já que 24 h vezes 365 resulta 8.760 h).

Com isso, calculamos que o tempo de viagem:

- daqui até *Proxima Centauri* (a 4,2 anos-luz da Terra) é **15 mil anos**;
- para atravessar a espessura do disco galáctico (que mede cerca de 2 mil anos-luz) é **7,2 milhões** de anos;
- daqui até o núcleo da nossa Galáxia (26 mil anos-luz) é **94 milhões** de anos;
- para cruzar o diâmetro da Via Láctea (100 mil anos-luz) é **360 milhões** de anos.

Esses resultados – que tornam evidente a inviabilidade, com nossa atual tecnologia, de voos espaciais até outros sistemas solares (visando à colonização de planetas eventualmente similares à Terra) – serão relevantes para a realização da atividade *Isso vai para o nosso blog!* (ao final deste capítulo), na qual prossegue o desenvolvimento de EF09CI16.

Cálculos similares podem ser propostos. Por exemplo, considerando a mesma velocidade, o tempo de viagem:

- para percorrer uma distância equivalente à da Terra ao Sol (cerca de 150 milhões de km) é **20,8 dias**;
- para percorrer uma distância equivalente à de Netuno ao Sol (cerca de 4,5 bilhões de km) é **625 dias** (isto é, **20,8 meses**).

O Sol e mais de 91% das estrelas próximas do Sistema Solar estão na sequência principal (localize o Sol no diagrama).

As estrelas da sequência principal são aparentadas do Sol. Quanto maior sua massa, maior a temperatura e mais rapidamente ocorre fusão nuclear, emitindo mais luminosidade e sendo mais azuladas. No extremo oposto da sequência, estão estrelas de menor massa, que consomem o hidrogênio mais lentamente, emitem menos luz e são mais frias, sendo conhecidas como **anãs vermelhas**.

Além da sequência principal, verificamos no diagrama H-R a existência das chamadas **gigantes**, que, apesar de relativamente frias (e, por isso, avermelhadas), são tão grandes que emitem muita luz devido ao tamanho. Seus diâmetros são 10 a 100 vezes maiores que o do Sol. Aldebarã (na Constelação de Touro) e Arcturo (na Constelação de Boieiro) são estrelas dessa categoria.

Outro grupo, o das **supergigantes**, é constituído de estrelas ainda maiores, com diâmetros acima de 1.000 vezes o do Sol. Nele, se incluem Betelgeuse (na Constelação de Órion) e Antares (na Constelação de Escorpião). As gigantes e as supergigantes abrangem apenas cerca de 1% das estrelas da nossa vizinhança espacial.

Na parte inferior do diagrama, estão as **anãs brancas**, estrelas de alta temperatura (por isso, são brancas ou azuladas), mas de tamanho muito pequeno, o que explica o fato de serem tão pouco luminosas que não são visíveis da Terra a olho nu. As anãs brancas, que correspondem a 8% das estrelas de nossa vizinhança cósmica, são mais quentes que o Sol e têm tamanho equiparável ao da Terra.

Como parte da resolução da situação problema proposta, os estudantes deverão discutir e concluir quais etapas devem ser executadas.

Se necessário, ajude-os a organizar o raciocínio. Solicite que exponham suas ideias. Indague-os sobre o que expuserem, de tal forma que esses questionamentos possibilitem que eles mesmos encontrem o caminho.

Um possível procedimento para a determinação do tempo que o foguete leva nas viagens é o que está descrito a seguir:

Conteúdos
atitudinais sugeridos

Os temas estudados neste capítulo, em especial o estudo da formação de estrelas e de seu ciclo evolutivo, ilustram os aspectos dedutivo e preditivo do raciocínio científico e, mais uma vez, oferecem aos estudantes a oportunidade de “associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos” e “aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico” (BNCC, 2017, p. 321).

Entre atitudes relevantes, quanto a esses aspectos, podemos citar:

- Valorizar o saber científico, entendendo-o como construção humana, de caráter provisório e dinâmico, que tem grande potencialidade preditiva.
- Ponderar que os avanços técnicos são, quase sempre, consequência da utilização de princípios científicos.
- Ter interesse por ideias científicas e pela Ciência como maneira de entender o Universo e fatos do cotidiano.



Use a internet

As nebulosas, os aglomerados estelares e as galáxias são catalogadas por dois sistemas. Um deles se fundamenta nos trabalhos do astrônomo francês Charles Messier (1730-1817). Outro, conhecido como NGC (sigla do inglês *New General Catalogue*, Novo Catálogo Geral), é mais abrangente.

Além disso, alguns objetos têm nomes comuns. Por exemplo, a Galáxia de Andrômeda é o objeto M31 (Messier 31) ou NGC 224, e a Nebulosa de Órion é M42 ou NGC 1976.

Quando você encontrar esses códigos em alguma publicação, pode utilizá-los para uma busca na internet, a fim de saber mais sobre aquele objeto astronômico.

9 Ciclo de vida das estrelas

Nascimento e permanência na sequência principal

Estrelas não são seres vivos. Contudo, em Cosmologia (área da Astronomia que estuda a origem, a estrutura e a evolução do Universo), é comum usar as expressões “nascimento”, “ciclo de vida” e “morte” de estrelas. Nesse contexto, nascimento é o momento em que se inicia a fusão nuclear do hidrogênio. A morte ocorre quando a fusão nuclear não mais ocorrer. O ciclo de vida é a sequência de eventos do nascimento à morte.

Após o nascimento da estrela, o aquecimento devido à energia liberada na fusão nuclear provoca aumento da pressão em seu interior, o que tende a fazer a estrela se expandir. Contudo, existe um fator que se opõe a essa expansão. É a atração gravitacional, que tende a provocar a contração do astro. Uma estrela permanece estável, mantendo seu tamanho ao longo do tempo, enquanto esses dois fatores — a pressão interna e a atração gravitacional — permanecerem equilibrados, um compensando o outro. Enquanto esse equilíbrio perdurar, uma estrela permanece em sua posição, na sequência principal do diagrama H-R.

O tempo de permanência na sequência principal depende da massa da estrela (veja a tabela a seguir). As de maior massa realizam fusão nuclear mais rapidamente (acarretando maior pressão interna, que equilibra a maior atração gravitacional), esgotando o suprimento de hidrogênio do núcleo em menos tempo. O Sol, uma estrela de massa mediana, tem tempo de permanência na sequência principal de aproximadamente 10 bilhões de anos, dos quais 4,6 bilhões de anos já transcorreram desde seu nascimento.

Massa (em relação ao Sol)	Temperatura na superfície (K)	Luminosidade (em relação ao Sol)	Tempo de permanência na sequência principal (anos)
25	35.000	80.000	3 milhões
15	30.000	10.000	15 milhões
3	11.000	60	500 milhões
1,5	7.000	5	3 bilhões
1,0 (Sol)	5.800	1	10 bilhões
0,75	5.000	0,5	15 bilhões
0,50	4.000	0,03	200 bilhões

Fonte: N. F. Comins e W. J. Kaufmann III.
Discovering the Universe. 8. ed. Nova York:
Freeman, 2008. p. 289, 360.

O Sol se transformará em gigante vermelha

Quando o suprimento de hidrogênio no núcleo da estrela diminui significativamente, importantes mudanças ocorrem e a estrela entra em uma nova fase de sua vida. A pressão interna diminui e não mais equilibra a atração gravitacional, o que provoca contração da estrela. Isso aquece muito o núcleo e possibilita a ocorrência da fusão nuclear dos átomos de hélio formando átomos de carbono.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Dependendo da massa da estrela, o aquecimento do núcleo pode ser tão grande que outros processos de fusão nuclear também se tornam possíveis. Eles produzem, progressivamente, outros elementos químicos mais pesados, até chegar ao ferro. (Elementos de número atômico acima do ferro não se formam nessas condições.)

Como o núcleo estelar se torna bem mais quente do que era, as camadas de gás externas se expandem muito, resfriando-se à medida que expandem. A estrela transforma-se, assim, em uma **gigante vermelha**, e permanecerá nessa categoria por milhões ou, no máximo, poucos bilhões de anos.

O Sol se transformará em gigante vermelha daqui a cerca de 5,4 bilhões de anos. Seu diâmetro ficará maior que as órbitas de Mercúrio e de Vênus, talvez até maior que a da Terra. Se nosso planeta não for engolfado, a atmosfera será perdida devido ao aquecimento, e a água dos oceanos, rios e lagos ferverá. A Terra não terá mais condições de sustentar vida. Júpiter perderá seus componentes gasosos, deixando seu núcleo rochoso exposto.

O destino de estrelas com massa superior a 40% da massa do Sol (isto é, 0,40 vezes a massa solar) é se transformarem em gigantes (algumas, em supergigantes).

Já as estrelas com massa entre 8% e 40% da massa solar (ou seja, de 0,08 a 0,40 vezes a massa do Sol) não chegam a esse estágio. Quando cessa a fusão do hidrogênio, elas apenas esfriam lentamente no espaço.

Como comentamos anteriormente, massas inferiores a 8% da massa do Sol (0,08 vezes a massa solar) são insuficientes para que uma estrela chegue a se formar.

No final, o Sol se transformará em anã branca

Após cerca de 1 bilhão de anos como gigante vermelha (há controvérsias sobre esse tempo), quando processos de fusão nuclear não mais ocorrerem no Sol, a atração gravitacional provocará sua violenta contração. Nessa contração, o interior se aquecerá ainda mais e, como consequência, a estrela explodirá, lançando parte de seu material no espaço, restando um corpo celeste muito compacto.

O material ejetado constitui uma nuvem de gás e poeira chamada de **nébulas planetária**.

O corpo celeste resultante é uma **anã branca**, que tem tamanho semelhante ao da Terra, porém massa próxima à do Sol, o que acarreta uma altíssima densidade, da ordem de uma tonelada por mililitro (isto é, um milhão de vezes mais densa que a água líquida), o que é difícil de imaginar!

Uma anã branca tem temperaturas elevadas e, por isso, emite luz branca ou azulada. Ela continuará emitindo luz e calor durante bilhões de anos, esfriando progressivamente. Nesse estágio, a estrela está morta porque não mais produz energia por fusão nuclear.

A transformação em anã branca é o destino das estrelas com massa de 0,40 a 8 vezes a massa solar.



ATIVIDADE

Para fazer no seu caderno

Após estudar até o final desta página, elabore um texto que resuma a vida do Sol, desde seu surgimento até sua transformação em anã branca.

Lembre-se de incluir o tempo aproximado de permanência do Sol na sequência principal, a idade que ele tem atualmente e, por diferença, a previsão de quanto tempo ele ainda permanecerá na sequência principal, antes de virar uma gigante vermelha.

Inclua também no texto os efeitos do ciclo de vida solar sobre nosso planeta e o que ocorrerá com o Sol após a fase de gigante vermelha.



Imagem óptica da Nebulosa do Olho de Gato (NGC 6543), uma nébula planetária a 3.300 anos-luz da Terra. O ponto luminoso no centro, indicado pela seta amarela, é uma anã branca, remanescente da estrela (uma gigante vermelha) que ejetou o material que constitui a nébula. (Imagem obtida pelo Telescópio Espacial Hubble.)

De olho na BNCC!

• EF09CI17

"Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta."

Tendo estudado este capítulo até o final dessa página, os estudantes terão condições de realizar a atividade proposta no quadro *Para fazer no seu caderno*, na qual eles expressarão, com suas palavras, o ciclo evolutivo da nossa estrela.

Espera-se que comentem que o Sol se formou há aproximadamente 4,6 bilhões de anos e que permanecerá em uma situação similar à atual por mais cerca de 5,4 bilhões de anos, **totalizando** algo em torno de **10 bilhões de anos na sequência principal** (veja a tabela página anterior).

Ao final desse período, o Sol se transformará em uma **gigante vermelha**, fase do ciclo estelar em que a energia provém da fusão nuclear do hélio (e, eventualmente, de alguns outros elementos).

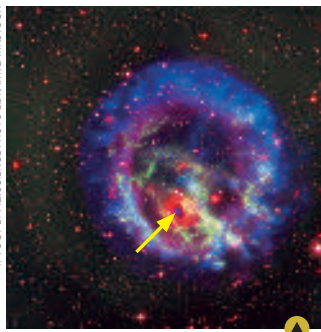
A transformação em gigante vermelha implicará grande aumento do volume solar, engolfando as órbitas de Mercúrio e de Vênus e, talvez, até a da Terra. Ainda que a expansão solar não chegue até a órbita terrestre, a atmosfera do nosso planeta será perdida e a água ebulirá. **Toda a vida do planeta será extinta!**

Finalmente, após cerca de 1 bilhão de anos como gigante vermelha, a fusão nuclear cessará. Haverá um colapso gravitacional, com intenso aquecimento (conversão da energia potencial gravitacional em energia térmica, à medida que a estrela se contrai). Isso causará uma violenta explosão, que ejetará parte do material da estrela, formando uma **nébulas planetária**. Restará, como remanescente do nosso Sol, uma **anã branca**, que esfriará, por longo período de tempo, perdendo, progressivamente, seu brilho residual.

Respostas do Use o que aprendeu

1. Espera-se que os alunos relacionem o fato com o Princípio da Inércia, concluindo que a pessoa não é "atirada", e sim tende a continuar em movimento retilíneo e uniforme.
2. Se a força de atrito não for suficiente para manter a aderência dos pneus ao chão, o carro derrapará e, de acordo com o Princípio da Inércia, tenderá a sair da curva por uma reta tangente a ela.
3. a) As duas forças (que são um par ação-reação) têm igual intensidade, mesma direção e sentidos diferentes. Uma delas atua na bola e a outra, na Terra.
b) Os dois corpos são, em princípio, acelerados um em direção ao outro. Como a massa da bola é muitíssimo menor que a da Terra, a aceleração adquirida pela bola é perceptível. Já a aceleração adquirida pela Terra é extremamente pequena e, na prática, totalmente imperceptível.

ESONASA, ESA AND THE HUBBLE HERITAGE TEAM (STSC/AURA)/
F. VOGT ET AL./SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK



Estrela de nêutrons (indicada pela seta amarela) envolta pela nuvem remanescente de uma supernova. Essa foi a primeira estrela de nêutrons detectada fora da Via Láctea. Ela se encontra na Pequena Nuvem de Magalhães, galáxia situada a 200 mil anos-luz. (Essa imagem combina luz visível e outras radiações eletromagnéticas captadas por diversos observatórios astronômicos. As cores, fantasiosas, foram aplicadas por computador.)

NASA/ESA/STSC/HUBBLE & ALOLL/ASU/SCIENCE
PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

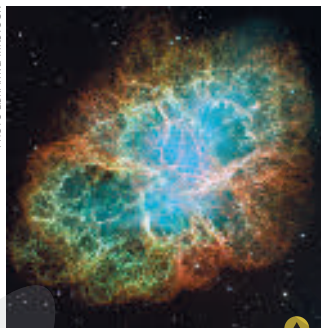


Imagem óptica (obtida pelo Telescópio Espacial Hubble) da Nebulosa do Caranguejo (NGC 1952), que está a 6.500 anos-luz da Terra e tem diâmetro de 11 anos-luz, aproximadamente. Ela é remanescente da supernova que ocorreu em 1054, tão luminosa que foi vista da Terra, de dia, por 23 dias consecutivos.

Supernovas, estrelas de nêutrons e buracos negros

As estrelas com massa maior que 8 vezes a do Sol têm outros destinos. Após alguns milhões de anos como gigantes e supergigantes, quando o material que poderia sofrer fusão nuclear está terminando, elas sofrem violenta contração devido à atração gravitacional, causando rápida e altíssima elevação da temperatura interna, o que provoca uma explosão de proporções inimaginavelmente grandes.

Essa explosão é um fenômeno denominado **supernova**.

A energia liberada por uma supernova é tão grande que pode ser maior que o total emitido por todas as estrelas da galáxia naquele momento. O brilho resultante pode ser observado durante dias. Alguns eventos desse tipo com estrelas da nossa Galáxia ocorreram em 1006, 1054 1572 e 1604. É possível que as estrelas Betelgeuse e Antares, um dia, originem supernovas.

A explosão de uma supernova projeta material estelar em todas as direções, a grandes velocidades. A colisão entre átomos provenientes da explosão com outros presentes no caminho pode originar átomos de elementos químicos com número atômico superior ao do ferro. Esses átomos se espalham pelo Universo, juntamente com os demais restos da explosão, incorporando-se a nébulas e podendo originar, posteriormente, novas estrelas e planetas. É assim que, segundo a comunidade científica atualmente aceita, surgiram os elementos químicos mais pesados existentes na Terra. A idade estimada do Universo é de 14 bilhões de anos, enquanto o Sistema Solar tem 4,6 bilhões de anos. Nosso Sistema Solar se originou de uma nébula que continha restos da explosão de estrelas que viveram e morreram antes de sua formação.

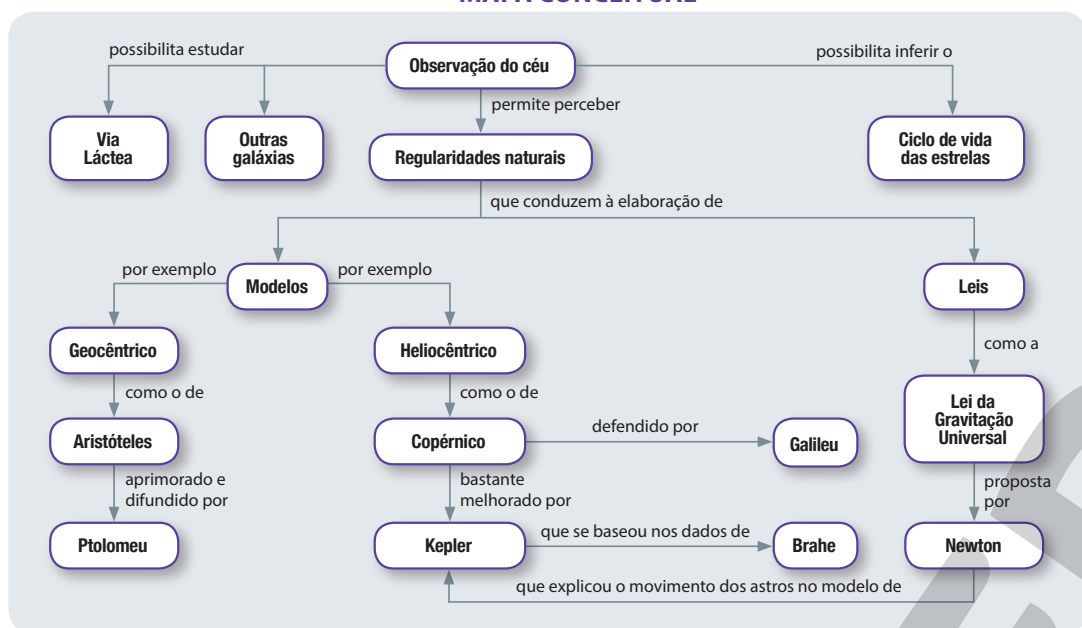
Quando as estrelas que apresentam entre 8 e 25 vezes a massa solar explodem como supernovas, expelindo boa parte de seu material, resta um corpo celeste mais denso que uma anã branca, denominado **estrela de nêutrons**. Essas estrelas são constituídas exclusivamente de nêutrons, têm diâmetro de poucos quilômetros e massas maiores que a do Sol. A primeira evidência experimental de uma estrela de nêutrons foi obtida em 1967 pela astrônoma britânica Jocelyn Bell Burnell, que detectou raios X emitidos por uma delas.

Segundo acreditam os cientistas, quando as estrelas com massa superior a 25 vezes a do Sol explodem como supernovas, o que resta é uma região do espaço com densidade tão alta (maior ainda que a de uma estrela de nêutrons) que nenhuma porção de matéria nela presente conseguiria escapar de sua atração gravitacional. Nem mesmo a luz e outras radiações eletromagnéticas nela originadas escapariam de sua gravidade, o que valeu a esse tipo de remanescente estelar o sugestivo nome de **buraco negro**.

Existe, atualmente, intensa pesquisa em Astronomia, Cosmologia e Astrofísica (que é a Física aplicada à Astronomia). A tecnologia dos equipamentos de observação e dos computadores usados no processamento dos dados obtidos aumenta a cada ano. Muitas descobertas interessantes certamente estão por acontecer!

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL



FERNANDO JOSÉ FERREIRA



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

1. “O ônibus fez uma curva para a esquerda e eu fui **atirado** para a direita.” Explique cientificamente esse fato e comente o uso da palavra **atirado** pelo autor dessa frase.
2. Quando um automóvel entra em uma curva com velocidade muito alta, ele pode derrapar e não conseguir fazer a curva. Explique esse fato empregando os conceitos de força de atrito e de força centrípeta.
3. De acordo com a Lei da Gravitação Universal, uma bola de futebol é atraída pela Terra e, simultaneamente, a Terra é atraída por ela.
 - a) Compare essas duas forças de atração quanto à intensidade, à direção, ao sentido e ao corpo em que atuam.
 - b) Por que a bola, quando solta, é acelerada em direção à Terra, mas a Terra não é acelerada em direção à bola?
4. Suponha que um astronauta que está em órbita da Terra, fazendo reparos do lado de fora da nave, **solte delicadamente um martelo, sem empurrá-lo**.

Quatro alunos formularam hipóteses do que acontecerá com a ferramenta. Escreva no caderno com qual você concorda e por quê.

- 1) Cairá verticalmente em direção à superfície terrestre na mesma hora.
- 2) Permanecerá em órbita.
- 3) Continuará em órbita, mas com velocidade muito menor do que o astronauta.
- 4) Será projetado para o espaço distante, afastando-se da Terra e do Sistema Solar.
5. No decorrer do confronto entre geocentrismo e heliocentrismo, qual foi o papel desempenhado pelo aperfeiçoamento dos instrumentos e pela experimentação?
6. Pesquisadores da vida de Kepler dizem que ele sofria de miopia, um distúrbio visual que dificulta a visualização de objetos distantes. Por isso Kepler nunca foi um bom observador dos astros. Como, então, foi possível que ele fizesse relevantes descobertas na história da Astronomia (por exemplo, a de que as órbitas dos planetas são elípticas)?

4. Espera-se que o aluno concorde com a **opinião 2**. O martelo já está colocado em órbita. Ao ser solto, continuará descrevendo a órbita terrestre, assim como já o fazia na mão do astronauta. (O martelo só cairá após muito tempo em órbita, por razões expostas em *Atente!*, na página 176 deste Manual do professor.)

5. Espera-se que os alunos comentem que não havia como decidir com total certeza entre o modelo geocêntrico de Ptolomeu e o heliocêntrico de Copérnico, pois os dados existentes na época sobre a posição dos astros no transcorrer do tempo não eram suficientemente precisos.

Durante muitos anos, Tycho Brahe observou atentamente o céu e registrou a posição dos astros. Era o mais detalhado e completo conjunto de registros celestes já feitos até então. Esses registros, posteriormente analisados por Kepler, permitiram criar um modelo mais adequado para o Sistema Solar.

Então, o aprimoramento dos instrumentos e a experimentação permitiram levantar dados mais precisos (e abrangentes) que possibilitaram a Kepler optar pelo heliocentrismo e aprimorar o modelo de Copérnico.

6. Kepler era um matemático que usou sua habilidade para analisar os dados experimentais das observações feitas por Brahe.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. Vamos analisar a situação em que o clipe gira exatamente com a velocidade necessária para manter os 6 cliques pendurados numa altura estacionária. O clipe que gira tende a sair pela reta tangente à circunferência. O que o impede de prosseguir em linha reta é a **força de tração no fio** (situação análoga à do experimento descrito na abertura do capítulo), e essa força é decorrência do **peso dos 6 cliques pendurados**. Em outras palavras, o peso dos 6 cliques produz uma tração no fio, que atua como a **força centrípeta** que impede o clipe de sair por uma reta tangente à sua trajetória. Essa atividade propicia a oportunidade de levantar hipóteses e discuti-las. Também permite a incursão em uma situação física um pouco mais complexa.
2. É a velocidade mínima necessária para um foguete, ou outro corpo, escapar da atração gravitacional de um corpo celeste.
3. Quanto maior for a massa do planeta, maior será a velocidade de escape (maior a velocidade necessária para escapar da atração gravitacional). A explicação é que, quanto maior for a massa do planeta, maior será a atração gravitacional exercida por esse corpo celeste.
4. Em Mercúrio, pois a massa desse planeta é maior do que a massa da Lua.
5. O indivíduo arremessou a bola com velocidade de, no mínimo, 11,2 km/s, pois essa é a velocidade de escape do planeta Terra. Em outro planeta, essa velocidade mínima seria diferente, pois ela depende da massa do planeta. Note que 11,2 km/s é da ordem de grandeza de 40.000 km/h, estando de acordo com o esquema do item 2 (página 177).



ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

INTERPRETAÇÃO DE EXPERIMENTO

1. Usando um carretel vazio, um pedaço de linha e 7 cliques, um estudante montou o experimento mostrado ao lado. Os 6 cliques pendurados não caem, desde que o outro clipe esteja girando com velocidade adequada. Faça esse experimento, discuta com seus colegas e proponha uma explicação para o ocorrido.

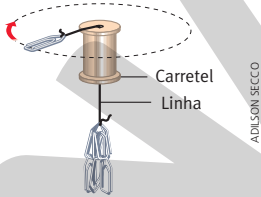


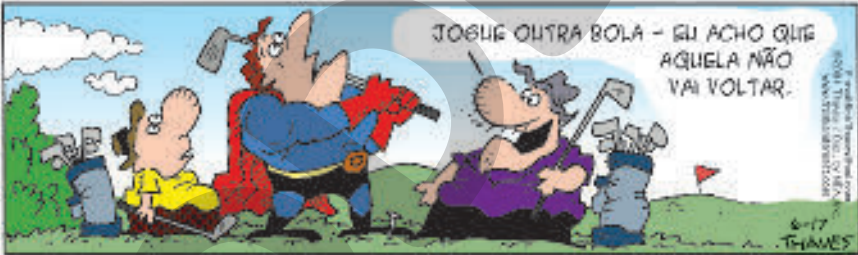
TABELA E TIRINHA

A tabela ao lado mostra a massa dos planetas do Sistema Solar e a velocidade de escape referente a cada um.

2. O que é **velocidade de escape**?
3. Segundo os dados da tabela, que relação existe entre a massa do planeta e a velocidade de escape? Qual é a explicação para isso?
4. A massa da Lua é $0,073 \cdot 10^{24}$ kg. Onde a velocidade de escape é maior, na Lua ou em Mercúrio? Justifique.

Planeta	Massa (10^{24} kg)	Velocidade de escape (km/s)
Mercúrio	0,33	4,25
Vênus	4,87	10,4
Terra	5,97	11,2
Marte	0,64	5,03
Júpiter	1.898,60	59,5
Saturno	568,46	35,5
Urano	86,83	21,3
Netuno	102,43	23,5

Fonte: W. M. Haynes (Ed.). *CRC handbook of Chemistry and Physics*. 92. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 14-3.



5. Suponha, dentro da **ficção** da tirinha, que a bola de golfe não volte. Com que velocidade mínima o indivíduo vestido de super-herói arremessou? Essa velocidade seria diferente caso a história ocorresse em outro planeta? Por quê?

Seu aprendizado não termina aqui

Imagine que o título de uma matéria de jornal sobre um artista de circo que faz acrobacias em sua motocicleta dentro do globo da morte seja "Ele desafia as leis da Física". Você saberia dizer qual é o erro conceitual nessa frase?

Ao contrário do que a frase afirma, o artista realiza acrobacias que, embora requeiram muito

treino e habilidade, são permitidas e regidas pelas leis do movimento. Nosso dia a dia está repleto de concepções equivocadas como essa.

Fique sempre atento para não achar que qualquer fato, por mais maravilhoso que possa parecer, está em desacordo com as leis científicas já estabelecidas.



Material Digital Audiovisual
• Videoaula: Astrobiologia



Orientações para o professor acompanham o Material Digital Audiovisual

FECHAMENTO DA UNIDADE

Isso vai para o nosso *blog*!

Astronomia e Astronáutica

#

A critério do professor, a classe será dividida em grupos e cada um deles criará e manterá um *blog* na internet sobre a importância do que se aprende na disciplina de Ciências Naturais. Nesta atividade, a meta é selecionar informações (acessar, reunir, ler, analisar, debater e escolher as mais relevantes e confiáveis) relacionadas aos tópicos abaixo para incluir no *blog*.

DANIEL ZEPPO

Pesquise diferentes interpretações do céu feitas por diferentes culturas e também as variadas explicações para a origem da Terra, do Sol e dos planetas propostas por essas culturas.

Relacionem essas diferentes interpretações e explicações às necessidades dessas culturas (referentes à agricultura, à caça, à orientação espacial e temporal, aos mitos etc.).

Coletem informações, de fontes confiáveis e de atualização dinâmica (tais como jornais, revistas e endereços da internet que tenham credibilidade), sobre as missões astronáuticas pretendidas para o futuro próximo.

No final do item 8 do capítulo 9, o *Trabalho em equipe* foi sobre o tempo necessário para viajar distâncias astronômicas, com a atual tecnologia. Revisem o material produzido, complementem-no com outros exemplos e publiquem-no no *blog*.

Selecione argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra. Fundamentem-se em dados sobre condições necessárias à vida, características dos planetas, distâncias e tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.

Capítulo 9 • Gravitação

199

De olho na BNCC!

• EF09CI15

“Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).”

Na atividade, cada equipe deverá pesquisar (e compartilhar) explicações para a origem do Universo presentes em mitos e religiões de povos antigos (ideias cosmogônicas).

Também pesquisarão como as leituras do céu foram importantes para muitas civilizações passadas. Vários povos antigos foram hábeis astrônomos e descobriram diversas regularidades no comportamento dos corpos celestes. A utilização prática desses conhecimentos para saber a época certa para semear as lavouras e também para armazenar provisões para o inverno foi vital, especialmente para povos que viviam em locais com acentuadas diferenças entre as estações do ano.

O uso de saberes astronômicos para orientação em navegações também foi relevante no passado, mesmo após a introdução da bússola. O uso de *astrolábios* e de *sextantes* nas Grandes Navegações foi essencial para a localização e a determinação de rotas. Esses instrumentos (estimule os estudantes e pesquisarem imagens deles e saberem mais sobre sua história), servem para medir o ângulo entre determinado corpo celeste e a linha do horizonte, informação que possibilita determinar a latitude do navegador.

• EF09CI16

O *Trabalho em equipe* do item 8 do capítulo 9 (veja os comentários das páginas 192 e 193) evidenciou a atual inviabilidade de missões tripuladas a outros sistemas solares.

Na presente atividade, os estudantes conhecerão possibilidades aventadas para missões à Lua e a Marte, e perceberão como o isolamento e a limitação de suprimentos (ar, água, comida, medicamentos etc.) são grandes obstáculos.

Fechamento da unidade C

Objetivo: Reunir informações sobre concepções de distintas culturas para a origem do Universo, leituras que diferentes povos fizeram dos céus e possibilidades de futuras missões astronáuticas.

Comentário: Nessa atividade, que propicia o desenvolvimento das habilidades EF09CI15 e EF09CI16 da BNCC, os estudantes conhecerão variados aspectos históricos da relação humana com o Universo (incluindo aspirações futuras), evidenciando que o ser humano pode criar diversas visões/interpretações para uma mesma realidade.

Abertura da unidade D

Nesta unidade, os estudantes tomarão contato com aspectos biológicos da hereditariedade e da evolução.

Além disso, a unidade também retoma questões relacionadas ao meio ambiente, várias delas já tratadas nos três volumes anteriores, apresentando uma discussão sobre desenvolvimento sustentável e os obstáculos para sua implementação em nível global.

Como parte importante do que é trabalhado nos capítulos dessa unidade final, está o desenvolvimento das habilidades da unidade temática **Vida e evolução** propostas para o 9º ano na BNCC.

UNIDADE

D

O conceito de *característica geneticamente transmitida*, aliado ao conceito de *seleção natural*, ajuda a compreender como surgiu a diversidade da vida na Terra. (Pererecas. Comprimento com as pernas esticadas: 10 cm.)

200

Unidade D

Material digital

Consulte o **Plano de desenvolvimento** para auxiliá-lo no planejamento da unidade D, que corresponde ao 4º bimestre do ano letivo. Consulte também as **Sequências didáticas** propostas para o bimestre.

GENÉTICA E HEREDITARIEDADE

Principais conteúdos conceituais

- Experimentos de Mendel sobre hereditariedade
- Cromossomos
- Genes
- Célula haploide
- Célula diploide
- Cromossomos homólogos
- Alelos
- Genótipo
- Fenótipo
- Influência do meio sobre o fenótipo
- Noções sobre doenças hereditárias e aneuploidia

A meta central do capítulo é que os estudantes percebam que genes são transmitidos segundo padrões definidos por leis probabilísticas, que valem para todos os seres vivos, inclusive para os seres humanos e as ervilhas, podendo desenvolver as habilidades EF09CI08 e EF09CI09 que constam da BNCC.

Merece destaque especial por parte do professor o fato de que o fenótipo não é influenciado apenas pelo genótipo, mas também por **fatores ambientais**.

Conteúdos procedimentais sugeridos

- Realizar experimentos sobre incidência estatística de um evento e probabilidade.
- Tabelar os resultados obtidos e compará-los com os de outras equipes.

Esses conteúdos podem ser desenvolvidos com o experimento de abertura do capítulo, com as sugestões feitas sobre ele (veja-as na próxima página deste Manual do professor) e com o *Para fazer no seu caderno* da página 214 do capítulo, por meio do qual os estudantes adquirirão o pleno significado dos resultados probabilísticos observados.

O **Projeto 4** oferece outra possibilidade de desenvolver esses mesmos conteúdos. Ele se refere à probabilidade de distribuição dos sexos na espécie humana e é sugerido e comentado oportunamente.

Filhos, em geral, têm semelhanças com os pais, mas não são idênticos a eles. A hereditariedade deve-se à transferência de genes dos pais para os filhos. Como ocorre essa transferência? Por que nem todos os genes são transferidos?

De olho na BNCC!

• EF09CI08

“Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.”

Essa habilidade é desenvolvida ao longo deste capítulo. Os itens 1 e 2 apresentam os estudos de Mendel, herança de características pelos descendentes (1ª lei de Mendel) e os conceitos de cromossomo e gene, expondo ao aluno a existência de relações hereditárias entre ancestrais e descendentes.

Ao conhecer os conceitos de número haploide e número diploide, nos itens 3 e 4, o estudante passa a desenvolver a percepção de que, para um zigoto (célula diploide) ser formado, são necessárias duas células haploides (dois gametas, um masculino e um feminino), retomando e aprimorando os conhecimentos sobre reprodução adquiridos no 8º ano.

A página 209 mostra de maneira esquemática e simplificada os locais de produção dos gametas, o encontro dos gametas masculinos e femininos e as consequentes alterações na ploidia das células envolvidas no processo da reprodução humana.

Motivação

A comparação implícita na atividade (e que ficará clara aos estudantes ao longo do capítulo) é que cada vasilha representa o conjunto de gametas de um **indivíduo heterozigótico Aa**, no qual há gametas com o **alelo A** (feijões marrons, por exemplo) e gametas com o **alelo a** (feijões-pretos).

A distribuição estatística esperada para os resultados é de **25% de AA** (dois feijões marrons), **25% de aa** (dois feijões-pretos) e **50% de Aa** (um feijão de cada cor).

Como o número de sorteios realizados por um só aluno/equipe é relativamente pequeno, podem ocorrer desvios da situação prevista.

MOTIVAÇÃO



A critério do professor, esta atividade poderá ser realizada em grupos.

Objetivo

- ▶ Ajudar a entender a distribuição de alelos nos descendentes de um cruzamento entre indivíduos heterozigóticos.

Você vai precisar de:

- feijões-pretos
- feijões marrons de tamanho semelhante ao dos feijões-pretos
- lápis e papel
- duas vasilhas pequenas (vasilhas para sobremesa, por exemplo)

Procedimento

1. Coloque 30 feijões de cada cor em cada uma das duas vasilhas e misture bem. Posicione uma das vasilhas à sua direita e a outra à sua esquerda.
2. Feche os olhos, coloque uma mão em cada vasilha e sorteie um feijão de cada vasilha.
3. Coloque os dois feijões sorteados sobre a mesa. Registre no papel se são ambos pretos, ambos marrons ou um de cada cor. Devolva cada feijão à sua respectiva vasilha e mexa bem.
4. Repita os itens 2 e 3 até completar 40 sorteios.
5. Analise os resultados. Qual foi o mais frequente: ambos pretos, ambos marrons ou um de cada cor?
6. Compare seu resultado com o de outros alunos. Eles chegaram à mesma conclusão sobre qual foi o resultado mais frequente?



CLARISSA FRANÇA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

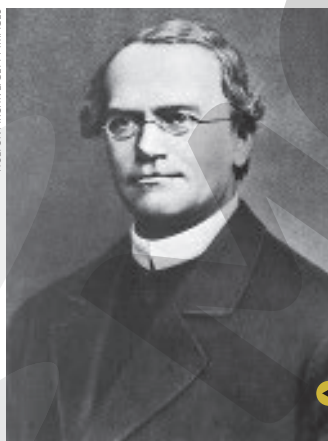
DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Mendel e as ervilhas

Características hereditárias em ervilhas

O monge Gregor Mendel viveu num mosteiro na cidade europeia que hoje se chama Brno e pertence à República Tcheca. Ele realizou uma série de experimentos com uma determinada espécie de ervilha, *Pisum sativum*, que cultivou no jardim do mosteiro. Essa planta produz frutos, as vagens, dentro dos quais existem sementes, os grãos de ervilha.

HUTTON ARCHIVE/GETTY IMAGES



Gregor Johann Mendel (1822-1884) foi pioneiro da Genética ao estudar a hereditariedade em plantas de ervilha.

202

UNIDADE D • Capítulo 10

Contudo, ao reunir os resultados de toda a classe (supondo execução correta por parte de todos os alunos), a amostra ficará maior e os resultados deverão tender ao estatisticamente previsto.

Quando os estudantes chegarem ao *Para fazer no seu caderno* da página 214, deverão elaborar um texto no qual o experimento seja comparado ao **cruzamento de dois indivíduos heterozigóticos Aa**.

Naquele momento, a distribuição estatística dos resultados obtidos pela classe nesse experimento adquirirá significado e proporcionará o entendimento das proporções dos descendentes no cruzamento em questão.

“Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.”

Essa habilidade é desenvolvida ao longo deste capítulo, que se inicia abordando experimentos de Mendel e suas ideias sobre a hereditariedade (item 1). Em seguida (itens 2 e 3), são estudados os conceitos de cromossomo, gene, cromossomos homólogos e números haploide e diploide. Isso prepara os estudantes para compreender a formação dos gametas e a fecundação (item 4), a segregação dos alelos nos gametas (item 7), os conceitos de genótipo (item 7) e fenótipo (item 8), e a formação de gêmeos mono e dizigóticos (item 11).

Nos itens 9, 10, 11 e 13, são abordadas aplicações práticas da hereditariedade, como tipos sanguíneos, características externas humanas, doenças genéticas e aneuploidias.

Finalmente, as seções *Use o que aprendeu* e *Explore diferentes linguagens* propõem atividades relacionando, de diversas formas, as conclusões de Mendel sobre hereditariedade, a formação de gametas e a fecundação, além de abordarem situações práticas sobre a herança de genes e os respectivos genótipos e fenótipos envolvidos.

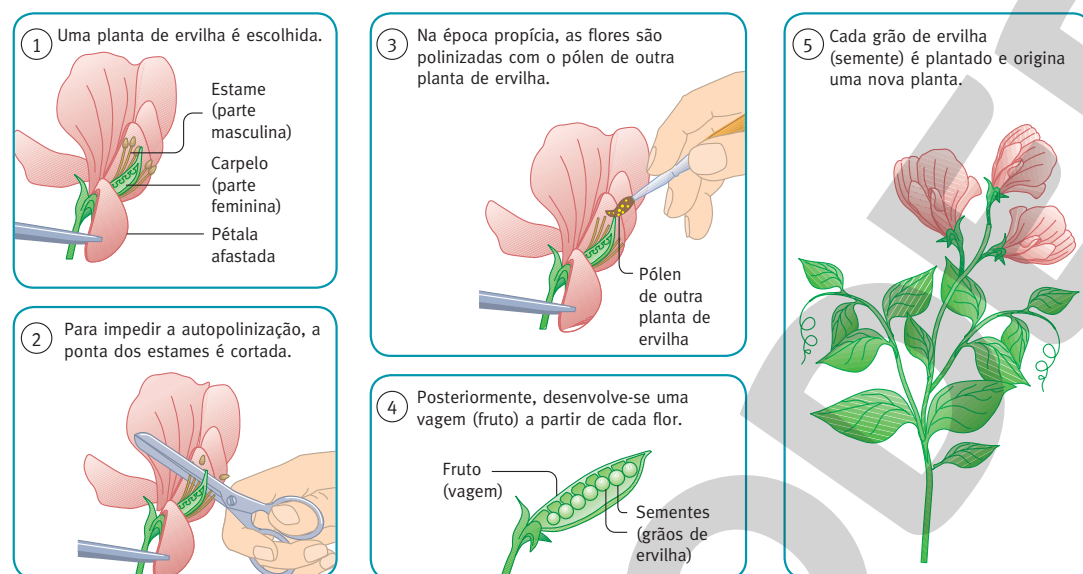
Atente!

As antocianinas (corantes naturais) da pétala da flor colorida de ervilha podem se apresentar **avermelhadas** ou **violetas**, dependendo do pH das pétalas, que pode ser reflexo, entre outros fatores, do pH solo. Por isso, algumas publicações ilustram as flores de ervilha coloridas em violeta.

Mendel percebeu que essas plantas apresentavam variações, por exemplo, na altura da planta, forma da semente, cor da semente, forma dos frutos, cor dos frutos, cor das flores e posição das flores no caule. Ele sabia que uma flor de ervilha só produzia um fruto (vagem) após a polinização, evento em que um ou mais grãos de pólen, produzidos nos estames, atingem o topo do carpelo.

Os experimentos de Mendel

Em seus experimentos, Mendel cortava a ponta dos estames de todas as flores de uma planta, o que impedia a autopolinização, ou seja, impedia que a planta fosse polinizada por grãos de pólen produzidos por ela mesma. A intenção era realizar cruzamentos controlados entre diferentes indivíduos, diferentes plantas de ervilha. Para isso, ele transferia grãos de pólen de outra planta, escolhida por ele, para os carpelos daquela que teve os estames cortados (veja o esquema a seguir).



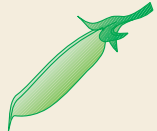
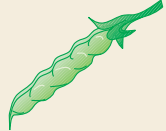
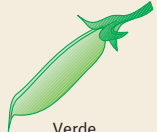
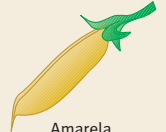
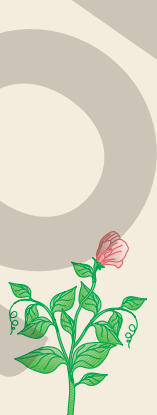
ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Procedendo dessa maneira, Mendel sabia quais indivíduos haviam sido cruzados e podia registrar, em suas anotações, as características desses indivíduos. Ele cultivava novas plantas de ervilha nascidas das sementes geradas nos cruzamentos que fazia e, posteriormente, comparava as características dos descendentes com as características dos pais.

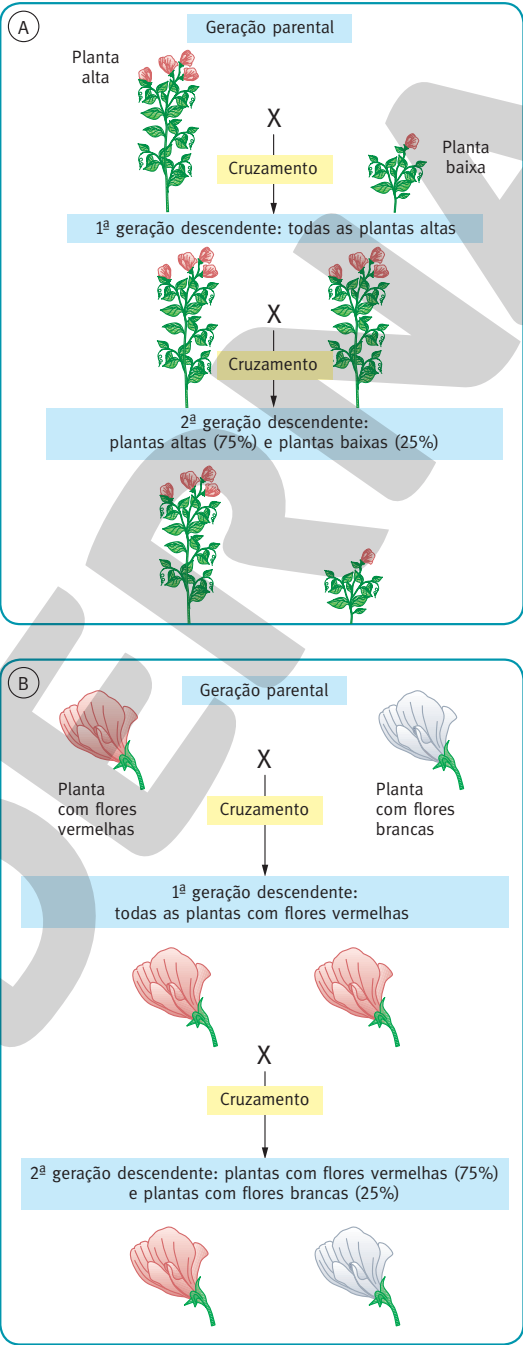
As figuras A e B da página seguinte mostram alguns dos muitos resultados interessantes obtidos por Mendel. Ao cruzar uma planta alta com uma planta baixa, todos os descendentes são altos. Aparentemente a variação caule baixo “desapareceu”. No entanto, ao se cruzarem esses novos indivíduos, ela “reaparece” em alguns dos descendentes. O mesmo acontece com a cor da flor. Parece que a variação flor branca “desaparece” na primeira geração de descendentes, mas “reaparece” na próxima.

Esquema do procedimento usado por Mendel para realizar o cruzamento entre duas plantas de ervilha. (Fora de proporção.)

Fonte: S. S. Mader e M. Windelspecht. *Essentials of Biology*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018. p. 162.

Característica	Variação	
Forma da semente	 Lisa	 Rugosa
Cor da semente	 Amarela	 Verde
Cor da flor	 Vermelha	 Branca
Forma da vagem	 Inflada	 Constrita
Cor da vagem	 Verde	 Amarela
Posição das flores no caule	 Ao longo do caule	 Nas extremidades do caule
Altura da planta	 Alta (cerca de 1 m)	 Baixa (cerca de 30 cm)

Características estudadas por Mendel em plantas de ervilha.
Fonte: S. S. Mader e M. Windelspecht. *Essentials of Biology*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018. p. 162-163.



Mendel estudou cada característica isoladamente. Por exemplo, analisou em separado os resultados obtidos com o cruzamento da característica altura da planta ou cor da flor.
Fontes: Elaborado a partir de E. P. Solomon et al. *Biology*. 9. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2011. p. 240; L. A. Urry et al. *Campbell Biology*. 11. ed. Hoboken: Pearson, 2017. p. 273.

Algumas características hereditárias podem permanecer “dormentes” por uma ou mais gerações e voltar a se manifestar em gerações seguintes.

Em cada um dos cruzamentos ilustrados na página anterior, **A** e **B**, apenas uma característica é considerada e observada (no caso, altura da planta ou cor da flor). Mas se considerarmos, ao mesmo tempo, todas as sete características hereditárias estudadas por Mendel em ervilhas, perceberemos que os indivíduos podem exibir uma notável variabilidade: são, ao todo, 128 combinações possíveis! E, nas plantas de ervilha, não existem apenas essas sete características. Há muitas mais. Essas sete foram apenas as que Mendel escolheu para realizar seus estudos.

Descendentes herdam genes

Os trabalhos de Mendel levaram à conclusão de que as características hereditárias dos pais não são simplesmente “misturadas” pela natureza para originar filhos com características intermediárias. A hereditariedade está relacionada a “unidades” fornecidas por **ambos** os pais a cada um de seus descendentes.

Essas “unidades” transferidas dos pais para os filhos são atualmente denominadas **genes** e sabe-se que estão localizados nos **cromossomos** (item 2, a seguir). Os genes compõem o **material genético** existente nas células, relacionado às chamadas **características hereditárias** ou **genéticas**.

Os genes são responsáveis por condições necessárias para o funcionamento do metabolismo celular (conjunto de todos os processos que ocorrem em uma célula) e para o desenvolvimento das características de um organismo. **Fatores ambientais também intervêm nesse desenvolvimento** e muitas vezes podem até mesmo modificar características de um organismo (esse assunto será comentado no item 8).



Cada uma das células de um ser humano contém cerca de 30 mil genes herdados dos pais.

2 Material genético

Cromossomos

Cromossomos são estruturas presentes nas células e que contêm as informações genéticas referentes ao indivíduo.

Nas **células procarióticas** (por exemplo, de bactérias), o cromossomo (geralmente um só) encontra-se disperso no citoplasma. Já nas **células eucarióticas** (por exemplo, de animais, plantas, fungos e protistas), os cromossomos encontram-se dispersos na região contida pela membrana do núcleo.

Cada cromossomo é formado por um longo e finíssimo fio da substância química designada pela sigla **DNA** (ou ADN, de ácido desoxirribonucleico). Esses fios de DNA são tão finos que, mesmo com poderosos microscópios, é muito difícil distinguir o emaranhado formado por eles. Durante a divisão celular, contudo, o fio de cada cromossomo se enrola ao redor de si mesmo e forma uma estrutura condensada, uma espécie de “novelo”, que pode ser vista ao microscópio.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

cromossomos Estruturas presentes nas células e que contêm as informações genéticas.

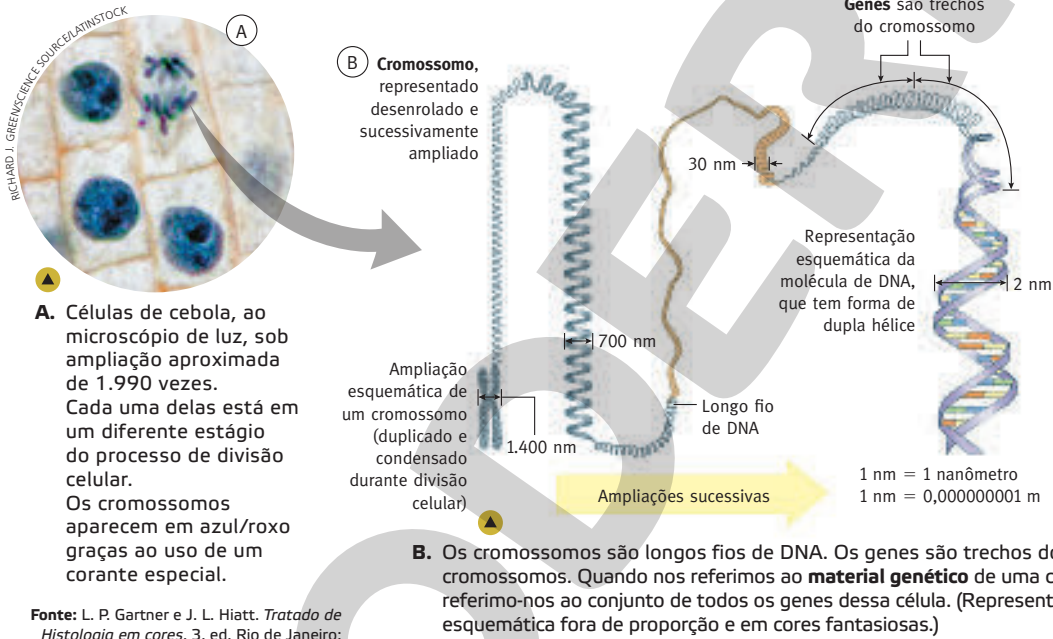
DNA Substância constituinte dos cromossomos.

gene Trecho de um cromossomo, no qual estão codificadas (por meio de um código químico) informações para a produção de substâncias necessárias ao funcionamento celular (ou que nele interferem).

Genes

Os **genes** são trechos desses longos fios formadores dos cromossomos. Ao longo de um único cromossomo pode haver centenas de genes. Nos genes estão registradas, por meio de um código químico, todas as **informações para produzir substâncias necessárias ao funcionamento da célula**. Os genes desempenham papel fundamental no funcionamento das células durante toda a vida do organismo, desde o instante em que ele é concebido. As informações genéticas influenciam o metabolismo celular e as características hereditárias.

Todas as informações genéticas que você recebeu de sua mãe e de seu pai estão registradas em cerca de 30 mil genes. Nos genes de cada célula estão codificadas informações que influenciam a cor dos olhos, a cor dos cabelos, o formato do nariz, o formato das orelhas, o tipo sanguíneo e inúmeras outras características.



A. Células de cebola, ao microscópio de luz, sob ampliação aproximada de 1.990 vezes. Cada uma delas está em um diferente estágio do processo de divisão celular. Os cromossomos aparecem em azul/roxo graças ao uso de um corante especial.

Fonte: L. P. Gartner e J. L. Hiatt. *Tratado de Histologia em cores*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 57.

B. Os cromossomos são longos fios de DNA. Os genes são trechos dos cromossomos. Quando nos referimos ao **material genético** de uma célula, referimo-nos ao conjunto de todos os genes dessa célula. (Representação esquemática fora de proporção e em cores fantasiosas.)

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- cromossomos
- DNA
- gene

Número aproximado de genes na célula		
Espécie	Comentário	Número de genes
<i>Escherichia coli</i>	Bactéria intestinal	4,4 mil
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Levedura do fermento biológico	5,9 mil
<i>Drosophila melanogaster</i>	Mosca-das-frutas	20 mil
<i>Caenorhabditis elegans</i>	Verme muito usado em pesquisas genéticas	23 mil
<i>Mus musculus</i>	Camundongo	27 mil
<i>Homo sapiens</i>	Ser humano	29 mil
<i>Oryza sativa</i>	Arroz	57 mil

Fonte: D. L. Nelson e M. M. Cox. *Lehninger principles of Biochemistry*. 6. ed. Nova York: Freeman, 2013. p. 982.

3 Cromossomos homólogos e número haploide

Ao examinar ao microscópio os cromossomos condensados das células do corpo humano, os cientistas perceberam que existem 46 em cada célula. De acordo com suas características, como o tamanho e a forma, agrupam-se em 23 pares distintos entre si. Outras espécies dotadas de células eucarióticas também têm cromossomos que se agrupam aos pares. É o caso da ervilha, com 7 pares, ou seja, 14 cromossomos ao todo.

Os cromossomos de um mesmo par são denominados **cromossomos homólogos**. O número de pares de cromossomos homólogos em cada célula varia de uma espécie de ser vivo para outra. Esse número de pares é válido para todas as células do corpo, **exceto** para os gametas (células reprodutivas). Durante sua produção, os gametas recebem apenas um cromossomo de cada par de homólogos.

Simbolizamos por **n** o número de cromossomos presentes nos gametas e dizemos que **n** é o **número haploide** de cromossomos da espécie. Os gametas são **células haploides**. Como as outras células do corpo de um organismo eucariótico têm o dobro do número de cromossomos dos gametas, dizemos que elas são **células diploides**; possuem **2n** cromossomos.

A tabela ao lado mostra os valores de **2n** para algumas espécies. Não existe uma relação entre número de cromossomos e o grau de complexidade da espécie ou tamanho do organismo. Seres humanos, por exemplo, são mais complexos que as amebas, mas têm menor número de cromossomos em suas células.

Dos 46 cromossomos que existem nas células do seu corpo, você herdou metade de seu pai e metade de sua mãe. Esse é o ponto de partida para entender a transmissão genética na reprodução humana, apresentada logo mais à frente.

Número diploide (2n) de algumas espécies	
Espécie	2n
Mosca-das-frutas	8
Ervilha	14
Arroz	24
Rã	26
Camundongo	40
Ser humano	46
Chimpanzé	48
Cavalo	64
Cão	78

Fontes: P. H. Raven et al. *Biology*. 11. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2017. p. 189; D. Voet et al. *Fundamentals of Biochemistry*. 5. ed. Hoboken: John Wiley, 2016. p. 62.

1 Células humanas são convenientemente preparadas para observação ao microscópio. O conjunto de 46 cromossomos de uma delas é fotografado.

2 De uma fotografia ampliada, os cromossomos são recortados e ordenados, perfazendo, ao todo, 23 pares.



Na espécie humana há 23 pares de cromossomos que podem ser visualizados, ao microscópio, durante certas fases da vida da célula. (Cores fantasiosas. Fotos dos cromossomos humanos aparecem no item 12 deste capítulo.)

Fonte: E. N. Marieb e K. Hoehn. *Human Anatomy & Physiology*. 10. ed. Harlow: Pearson, 2016. p. 1.127.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- cromossomos homólogos
- célula haploide
- número haploide (n)
- célula diploide
- número diploide (2n)

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

cromossomos homólogos Par de cromossomos de uma célula que são semelhantes em tamanho, forma e na sequência dos genes.

célula haploide Célula que contém apenas um dos dois cromossomos de cada par de homólogos.

número haploide (n) Número de cromossomos nas células haploides de uma espécie.

célula diploide Célula em que existem **n** pares de cromossomos homólogos; portanto, **2n** cromossomos.

número diploide (2n) Número de cromossomos em uma célula diploide da espécie.

Atente!

Retomando um ponto comentado no volume do 8º ano: quando a mulher ovula, ocorre, de fato, a liberação de um **ovócito** na tuba uterina. Se um espermatozoide penetrar nesse ovócito, este completará o seu desenvolvimento e originará um **óvulo**. O óvulo assim formado e o espermatozoide em seu interior participam da fertilização, produzindo o zigoto. (Veja os itens 3 e 4 do lado direito do esquema da próxima página.)

4 Cromossomos e reprodução humana

O zigoto é diploide

A reprodução humana necessita de células especiais, os **gametas**. Os gametas masculinos são os **espermatozoides** e os gametas femininos são os **óvulos**.

As células do corpo humano, exceto os gametas, são **células diploides**: têm 46 cromossomos ($2n = 46$). Os gametas são **células haploides**: apresentam 23 cromossomos ($n = 23$).

Na geração de um novo ser humano, o pai contribui com 23 cromossomos, do espermatozoide, e a mãe, com 23, do óvulo. Quando ocorre a **fertilização**, ou **fecundação**, forma-se uma célula diploide, o **zigoto**, cujo material genético é proveniente do espermatozoide e do óvulo que participam da fertilização.

O zigoto se desenvolve por divisões celulares

O desenvolvimento do zigoto ocorre por meio de sucessivas divisões celulares. Em cada uma dessas divisões, é feita uma cópia fiel do conjunto de 46 cromossomos. Assim, todas as células resultantes dessas divisões celulares possuirão um conjunto diploide de cromossomos idêntico ao do zigoto.

Durante a gestação do novo ser, as células sofrem diferenciação, ou seja, modificações em sua forma e em sua função. São produzidas as células do sangue, as células nervosas, as células musculares, as células ósseas e todas as demais que formam os diferentes tecidos do corpo humano. Toda essa diferenciação faz parte da atividade celular e é influenciada pelos genes herdados dos pais. O resultado de tudo isso é um indivíduo que não é exatamente igual ao seu pai nem à sua mãe, mas que herdou características de ambos por meio dos genes.

Apesar da diferenciação das células e de sua multiplicação (responsável pelo crescimento do corpo e pela reposição das células), todas elas mantêm uma cópia fiel da bagagem genética originalmente presente no zigoto. Somente as células envolvidas na reprodução é que não apresentam o conjunto cromossômico completo, apenas metade. Os gametas são produzidos por um tipo especial de divisão celular que reduz à metade o número de cromossomos, pois cada gameta recebe apenas um cromossomo de cada par de homólogos.

A divisão celular permite o crescimento e o reparo do organismo humano. As células provenientes das divisões celulares possuem uma cópia completa dos genes presentes na célula original, exceto no caso dos gametas, que apresentam **metade** do conjunto genético.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

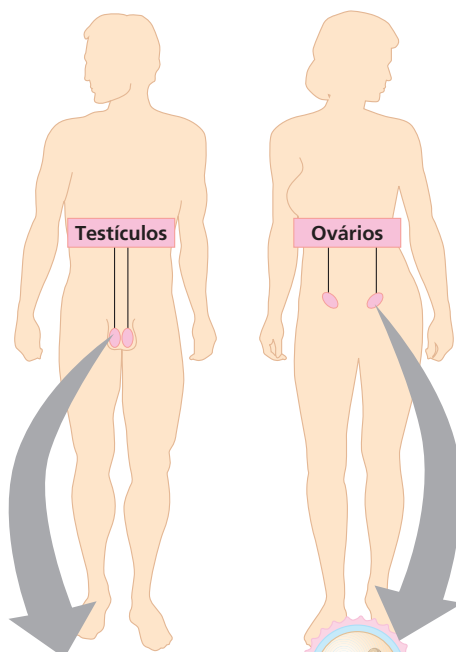
Esquema (simplificado) da reprodução humana

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

1 As células do organismo masculino são diploides ($2n = 46$).

2 Divisões celulares produzem novas células diploides para reparar lesões e para substituir células mortas.

3 Os espermatozoides, gametas masculinos, são células haploides ($n = 23$) produzidas por divisões celulares, nas quais recebem apenas metade do número de cromossomos das células diploides do homem.



São milhões de espermatozoides que buscam o ovócito. Dos muitos que chegam a ele, apenas um conseguirá penetrar. Só esse foi representado neste esquema.

Zigoto
($2n$)

6 Sucessivas divisões celulares produzem novas células diploides a partir do zigoto — que passa a se chamar embrião e, posteriormente, feto — até o nascimento.

Recém-nascido
($2n$)

7 O recém-nascido é formado por células diploides.

8 Sucessivas divisões celulares produzem novas células diploides, propiciando o crescimento do recém-nascido até atingir o tamanho adulto.

(Representação esquemática fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: Elaborado pelos autores.

1 As células do organismo feminino são diploides ($2n = 46$).

2 Divisões celulares produzem novas células diploides para reparar lesões e para substituir células mortas.

3 O óvulo, gameta feminino, é uma célula haploide ($n = 23$) produzida por um tipo de divisão celular, na qual recebe apenas metade do número de cromossomos de uma célula diploide da mulher. O ovócito é a célula precursora do óvulo.

4 Na fertilização, ou fecundação, ocorre a junção do material genético do espermatozoide ($n = 23$) e do óvulo ($n = 23$).

5 O zigoto é uma célula diploide ($2n = 46$). Metade dos seus cromossomos veio do espermatozoide e a outra metade, do óvulo.

Sugestão

Auxilie os estudantes a analisarem o esquema. Leia em sala e interprete os itens 1, 2 e 3, que se repetem em ambos os lados, com pequenas diferenças, e os itens 4 a 8. Saliente que se trata de uma esquematização em cores fantasiosas e fora de proporção.

Atente!

Ao final da análise da esquematização dessa página, é oportuno propor aos alunos os exercícios 1 a 5 do Use o que aprendeu.

Atividade

Ao final do item 6, proponha que os estudantes façam o exercício 6 da seção *Use o que aprendeu*.

5 O que é Genética?

Características hereditárias

Desde a Antiguidade, sabe-se que características (como cor dos olhos, formato dos lábios, cor dos cabelos, formato das orelhas, tamanho do nariz etc.) são transmitidas de pais para filhos, ou seja, são **características hereditárias**. Pensava-se, porém, que essas características eram simplesmente “misturadas” de geração em geração.

Somente no século XIX é que o conhecimento humano sobre a hereditariedade começou a sofrer considerável avanço. O responsável pelos primeiros passos nessa área do conhecimento humano foi Gregor Mendel, que realizou uma série de experimentos com ervilhas, alguns dos quais foram relatados no começo deste capítulo.

A Genética estuda os genes

Os genes e a maneira como eles são transferidos para os descendentes é objeto de estudo da **Genética**, apresentada no restante deste capítulo, em que se comenta a hereditariedade, mostra-se como interpretar os resultados de Mendel e se esclarecem alguns dos fundamentos da transmissão dos genes aos descendentes.

6 Alelos localizam-se em cromossomos homólogos

Os cromossomos homólogos se assemelham em forma e estrutura e contêm genes correspondentes às mesmas características.

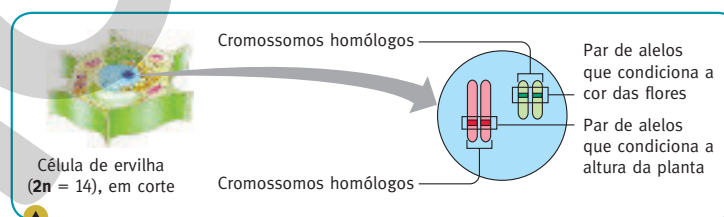
Nas células de ervilha, por exemplo, há 7 pares de cromossomos homólogos (14 cromossomos). Em um deles há um gene relacionado à altura da planta. No cromossomo homólogo a esse, na mesma localização, também há um gene relacionado à altura da planta.

Os genes que ocupam os mesmos locais nos cromossomos homólogos são chamados **alelos**. Em cada cromossomo há centenas de genes; no par de cromossomos homólogos, os alelos posicionam-se na mesma localização.



Saiba de onde vêm as palavras

“Alelo” vem do grego *allélón*, que significa “de um ao outro”, “recíproco”, numa alusão à correspondência entre um alelo e outro nos cromossomos homólogos.



Esquema de célula de ervilha, em corte, destacando dois pares (entre o total de 7 pares) de cromossomos homólogos. Em cada um desses dois pares foi destacado um par de alelos. Cada cromossomo foi representado, esquematicamente, como um bastão. (Fora de proporção e em cores e formas fantasiosas.)

Fonte: Elaborado a partir de D. Krogh. *A brief guide to Biology*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007. p. 175.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

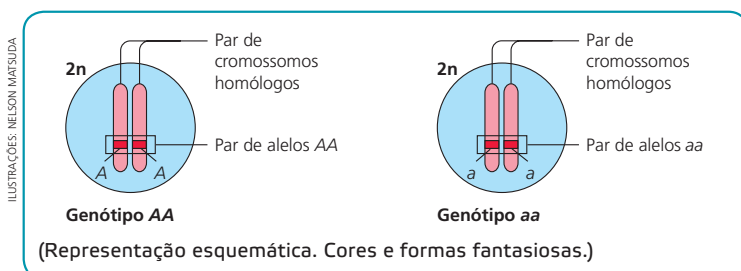
ILUSTRAÇÕES: JULIANDR RIBEIRO
E NELSON MATSUDA

7 Genótipo

A palavra **genótipo** é empregada para referir-se ao conjunto total de genes de um indivíduo.

Considere uma planta alta de ervilha que contenha em seu genótipo dois alelos que condicionam “planta alta”. Se representarmos cada um desses alelos pela letra *A* (maiúscula), podemos dizer que essa planta tem o genótipo *AA* para essa característica.

Considere uma outra planta de ervilha, baixa, que contenha dois alelos que condicionam “planta baixa”. Representando ambos pela letra *a* (minúscula), podemos dizer que o genótipo dessa planta é *aa* para essa característica.



Separação dos alelos nos gametas

Os gametas são células haploides (*n*) originadas por meio de um tipo de divisão celular que reduz o número diploide (*2n*) de cromossomos à metade, pois cada gameta recebe apenas um cromossomo de cada par de homólogos.

Assim, durante a formação dos gametas, os alelos são separados e **apenas um** dos alelos de cada par é encontrado em um gameta.

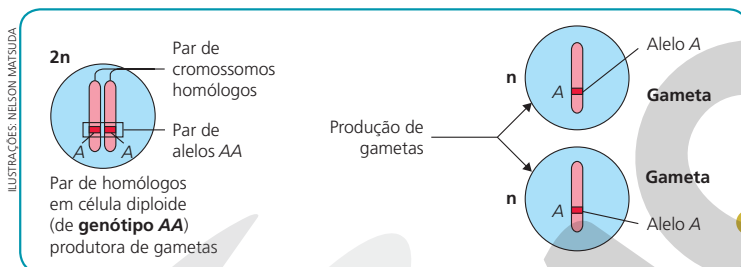
A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- alelos
- genótipo



Esquema da produção de gametas numa planta com genótipo *AA*. (Cores e formas fantasiosas.)



Esquema da produção de gametas numa planta com genótipo *aa*. (Cores e formas fantasiosas.)

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

alelos Genes que se encontram no mesmo local nos cromossomos homólogos.

genótipo Conjunto de genes de um indivíduo.

Sobre o esquema do cruzamento

O tipo de algoritmo (dispositivo que possibilita solucionar problemas de uma mesma determinada categoria) mostrado no esquema dessa página recebe a denominação de **quadrado de Punnett**.

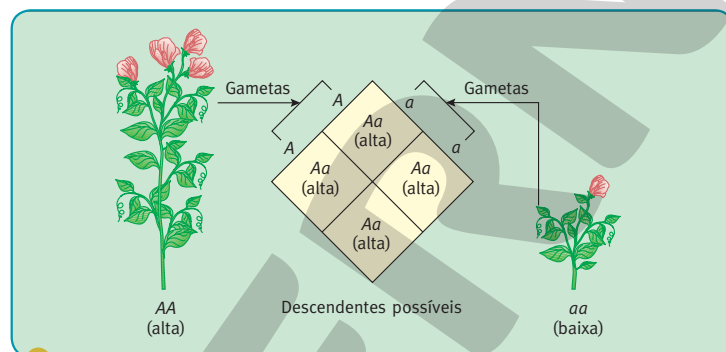
Seu uso facilita a determinação dos possíveis genótipos decorrentes de um cruzamento de indivíduos cujos alelos presentes nos gametas sejam conhecidos.

No caso, a planta representada à esquerda pode ter gametas exclusivamente com o alelo dominante **A**, e a planta representada à direita pode ter gametas apenas com o alelo recessivo **a**. O quadrado de Punnett facilita a percepção de que todos os descendentes serão heterozigóticos **Aa**.

Indivíduos homozigóticos versus heterozigóticos

Na reprodução sexuada, gametas de sexos diferentes unem suas bagagens genéticas na fertilização para formar um zigoto. Neste, há um número diploide de cromossomos, **2n**, sendo que cada um dos ascendentes (“pais”) contribuiu com um conjunto de **n** cromossomos. Assim, cada par de alelos do descendente é composto de um alelo herdado de cada um dos ascendentes.

Quando é feito o cruzamento da planta alta **AA** com a planta baixa **aa**, todos os descendentes conterão o par de alelos **Aa**, conforme mostra o esquema a seguir.



Esquema do cruzamento de duas plantas de ervilha com diferentes alturas: uma delas (alta) de genótipo **AA** e a outra (baixa) de genótipo **aa**. (Representação fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Em Genética, um indivíduo que apresenta dois alelos iguais é denominado **homozigótico** em relação a esse par de alelos e o que apresenta dois alelos diferentes, **heterozigótico**. Assim, temos:

- um indivíduo com genótipo **AA** é chamado **homozigótico**;
- um indivíduo com genótipo **aa** é chamado **homozigótico**;
- um indivíduo com genótipo **Aa** é chamado **heterozigótico**.

Uma conclusão de Mendel, expressa em linguagem atual, é que um indivíduo heterozigótico **Aa** **não** tem altura intermediária entre a de **AA** e a de **aa**, mas **sim** altura igual à de **AA**.

8 Fenótipo e influência do ambiente

Como já foi mencionado, genótipo é um termo que se refere aos genes presentes em um indivíduo.

A palavra **fenótipo**, por sua vez, é usada para designar as características observáveis de um indivíduo (forma e funcionamento do corpo), tais como a altura de uma planta de ervilha e a cor das suas flores. A palavra fenótipo também pode se referir a uma característica em particular.

Voltando ao exemplo das ervilhas, temos:

- o genótipo **AA** condiciona o fenótipo “planta alta”;
- o genótipo **aa** condiciona o fenótipo “planta baixa”;
- o genótipo **Aa** condiciona o fenótipo “planta alta”.

Genes dominantes e genes recessivos

Se o alelo de um gene relacionado a certa característica manifestar-se no fenótipo tanto de indivíduos homozigóticos quanto de heterozigóticos, esse alelo é chamado de **dominante**. Se, entretanto, o alelo só se manifesta no fenótipo de indivíduos homozigóticos, então esse alelo é denominado **recessivo**.

É costume usar letras maiúsculas para representar alelos dominantes e letras minúsculas para os recessivos.

No caso do gene relacionado à altura de plantas de ervilha:

- a representação A indicará o **alelo dominante**;
- a representação a indicará o **alelo recessivo**.

Os fenótipos contrastantes em cada uma das sete características estudadas por Mendel são condicionados por genótipos que contêm alelos dominantes ou recessivos, como mostra a tabela abaixo.

Dominante							
	Lisa	Amarela	Vermelha	Inflada	Verde	Flores ao longo do caule	Alta
Recessivo							
	Rugosa	Verde	Branca	Constrita	Amarela	Flores nas extremidades do caule	Baixa

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Cruzamento entre indivíduos heterozigóticos

O que acabamos de mostrar explica por que no cruzamento de indivíduos homozigóticos ($AA \times aa$) a característica correspondente ao alelo recessivo não aparece na geração-filha. No entanto, se esses descendentes forem cruzados entre si ($Aa \times Aa$), tal característica pode voltar a se manifestar nos novos descendentes.

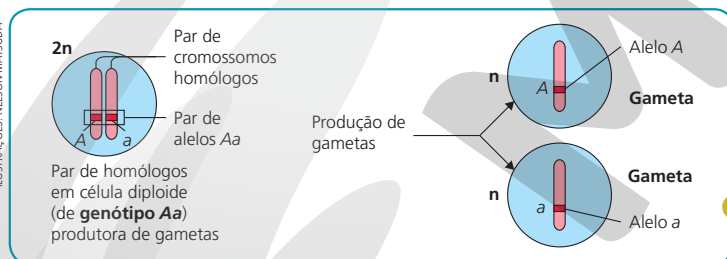
Qual seria a explicação para esse reaparecimento?

O novo cruzamento envolve heterozigóticos Aa . Os gametas desses indivíduos podem conter o gene A ou o gene a .



Características estudadas por Mendel em plantas de ervilha. (Esquema fora de proporção.)

Fonte: S. S. Mader e M. Windelspecht. *Essentials of Biology*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018. p. 162-163.



Esquema da produção de gametas numa planta com genótipo Aa . (Cores e formas fantasiosas.)

Para fazer no seu caderno

Conforme comentado no início deste capítulo, neste Manual do professor, a comparação é que cada vasilha que foi usada no experimento da abertura do capítulo (seção *Motivação*) representa o conjunto de gametas de um **indivíduo heterozigótico Aa**, no qual há gametas com o **alelo A** (feijões marrons, por exemplo) e gametas com o **alelo a** (feijões-pretos).

Espera-se que os estudantes expliquem isso em seu texto e associem as probabilidades da seguinte maneira:

- **25% de AA:**
25% de ocorrência de dois feijões marrons;
- **50% de Aa:**
50% de ocorrência de um feijão de cada cor; e
- **25% de aa:**
25% de ocorrência de dois feijões-pretos.

Atividades

Antes de ir para o subitem *O ambiente influencia o fenótipo*, proponha aos estudantes as atividades 1 e 2 do *Explore diferentes linguagens*.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

indivíduo homozigótico Indivíduo cujos alelos para certa característica são iguais.

indivíduo heterozigótico Indivíduo cujos alelos para certa característica são diferentes.

fenótipo Conjunto de características observáveis de um organismo, que se devem à influência conjunta do material genético e do ambiente.

alelo dominante Um alelo que pode se manifestar no fenótipo de indivíduos homozigóticos ou heterozigóticos.

alelo recessivo Um alelo que pode se manifestar exclusivamente no fenótipo dos indivíduos homozigóticos.



ATIVIDADE

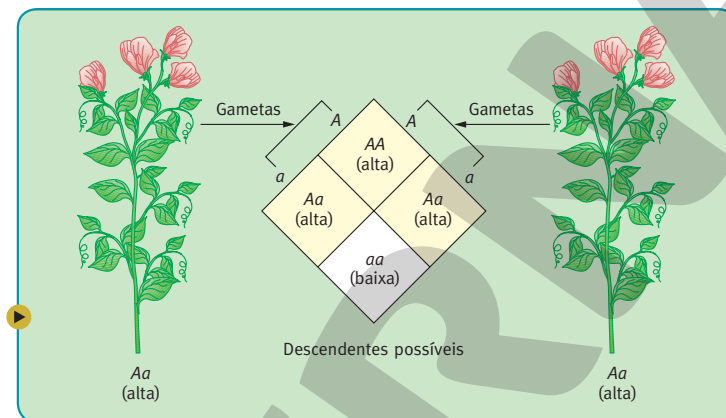
Para fazer no seu caderno

Faça um pequeno texto comparando o experimento dos feijões (início do capítulo) com o cruzamento $Aa \times Aa$.

Esquema do cruzamento de duas plantas de ervilha, ambas com genótipo heterozigótico Aa .
(Representação fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Assim, há a possibilidade de se formarem descendentes com genótipos AA , Aa e aa , conforme mostra o esquema a seguir. O esquema também informa que a proporção esperada entre os genótipos dos descendentes é a seguinte:

25% de indivíduos AA : 50% de indivíduos Aa : 25% de indivíduos aa



O esquema acima também permite prever que, dos descendentes desse cruzamento, 75% terão fenótipo “planta alta” (genótipos AA e Aa) e 25% terão fenótipo “planta baixa” (genótipo aa).

O ambiente influencia o fenótipo

Imagine que uma planta de ervilha tenha o genótipo que condiciona “planta alta”. Isso significa que essa planta será necessariamente alta?

Não. Se, por acaso, a planta não estiver plantada em um solo fértil, que contenha os nutrientes necessários ao seu pleno desenvolvimento, é possível que ela seja uma planta baixa. Esse exemplo ilustra que, embora o fenótipo de um indivíduo seja condicionado por seu genótipo, **fatores ambientais** (escassez de nutrientes, por exemplo) **também influenciam o fenótipo** (altura da planta, por exemplo).

Essa conclusão não vale apenas para ervilhas, mas para todas as demais espécies de seres vivos. Se um ser humano com condições genéticas para ser alto não receber alimentação adequada na infância e na adolescência, não vai atingir a altura que poderia ter. A cor e a textura do cabelo também podem ser usadas como exemplos. Se uma mulher de cabelos castanhos e lisos for ao cabeleireiro e receber um tratamento adequado, pode sair de lá com os cabelos loiros e encaracolados. No entanto, essa característica externa deve-se à ação do ambiente (produtos usados pelo cabeleireiro, no caso).

O fenótipo está relacionado ao genótipo, com a **contribuição de influências ambientais**. Portanto, nem todas as características são hereditárias. Aquelas decorrentes da influência do ambiente sobre o organismo do indivíduo não são transmitidas de pai para filho.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- indivíduo homozigótico
- indivíduo heterozigótico
- fenótipo
- alelo dominante
- alelo recessivo

Aprofundamento ao professor

Sobre um interessante exemplo do ambiente influenciando o fenótipo, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Por que os gatos siameses têm pelos escuros apenas nas extremidades do corpo?”.

9 Hereditariedade em humanos

Mendel cultivou várias gerações de ervilhas e realizou diversos tipos de cruzamento antes de elaborar suas conclusões. Muitos geneticistas já fizeram o mesmo; promoveram vários cruzamentos envolvendo plantas ou animais de laboratório e analisaram as características dos descendentes.

O ser humano está sujeito às mesmas leis da Genética que regem os demais seres vivos. A notável diferença é que não é aceitável fazer cruzamentos propositalmente entre seres humanos apenas para verificar as características dos descendentes. O que se faz, na prática, é analisar as características de indivíduos, de seus pais, avós, bisavós etc. Tais análises têm permitido tirar conclusões sobre a genética humana.

As ilustrações ao lado mostram algumas características humanas que são condicionadas por um único par de alelos, de modo semelhante ao que foi mostrado para ervilhas.

Considere, por exemplo, a presença ou ausência de sardas. Representemos o alelo dominante por S e o recessivo por s . Quanto a essa característica, nota-se que o:

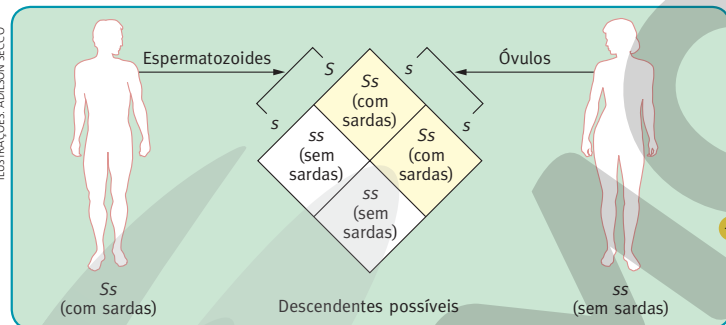
- genótipo SS condiciona o fenótipo “sardas presentes”;
- genótipo Ss condiciona o fenótipo “sardas presentes”;
- genótipo ss condiciona o fenótipo “sardas ausentes”.

Se uma mulher e um homem, ambos sem sardas (ss), tiverem filhos, os filhos poderão ter sardas?

Não, pois todos os filhos terão genótipo homozigótico ss , que condiciona o fenótipo “sardas ausentes”.

Agora, imagine um homem com sardas, heterozigótico Ss , que tenha filhos com uma mulher sem sardas, ss . Os descendentes poderão ter sardas? Todos eles? Ou apenas alguns?

O esquema abaixo ajuda a prever a probabilidade da ocorrência de sardas nos descendentes desse casal. De acordo com o esquema, existe **igual chance (igual probabilidade)** de que os descendentes tenham sardas (genótipo Ss) ou não tenham (ss).



É importante salientar que, quando dizemos que um alelo é dominante, isso **não** significa que ele esteja necessariamente presente em maior quantidade do que o recessivo numa certa população. Apenas quer dizer que, quando presente num indivíduo heterozigótico, pode expressar-se no fenótipo a característica condicionada por esse alelo.

Dominante	Recessivo
Lóbulo da orelha solto	Lóbulo da orelha preso
Sardas presentes	Sardas ausentes
“Bico de viúva” presente	“Bico de viúva” ausente

ILUSTRAÇÕES: CLARISSA FRANÇA

Ilustrações de algumas características genéticas no ser humano que, ao que indicam as evidências, são condicionadas por um único par de alelos.

Fonte: N. A. Campbell et al. *Biology: concepts & connections*. 7. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2012. p. 161.

Esquema do cruzamento de um homem heterozigótico Ss com uma mulher homozigótica ss , em que o gene S é dominante e condiciona a presença de sardas.

Atividade

Ao término dessa página, o momento é oportuno para os estudantes trabalharem a atividade 3 do *Explore diferentes linguagens*.

Item 10

Os problemas que podem surgir em transfusões de sangue relacionam-se a antígenos associados aos glóbulos vermelhos.

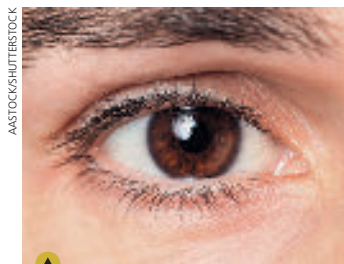
Existem pelos menos 30 variedades comuns de antígenos presentes naturalmente em seres humanos. Além deles, há talvez 100 outros que ocorrem em certos grupos populacionais restritos.

As dificuldades associadas à previsão da compatibilidade sanguínea em transfusões são, portanto, um tema muito complexo que envolve outras variáveis além dos grupos ABO e Rh. O sucesso de uma transfusão também é, por vezes, condicionado pela quantidade de sangue transfundido e pelo fato de ser, ou não, a primeira transfusão.

Em face do exposto, não vale a pena insistir demais nesse tema, muito menos obrigar os alunos a memorizarem as tabelas de compatibilidade apresentadas no capítulo.

Ao mencionar essas tabelas no capítulo, pretende-se dar uma breve noção aos alunos, que muito provavelmente já ouviram falar desses grupos, e informar que o tipo sanguíneo é característica geneticamente influenciada e, portanto, hereditária. Note que o capítulo não explica como funciona a herança genética dentro do grupo ABO, pois se trata de um caso de alelos múltiplos. Informações sobre alelos múltiplos podem ser encontradas em SADAVA et al. (veja a *Sugestão de leitura complementar para professores*, na primeira parte deste Manual do professor).

Nessa linha de raciocínio, os exercícios do final do capítulo que versam sobre os tipos sanguíneos pretendem, na verdade, desenvolver a habilidade de consultar tabelas ou a capacidade de prever os possíveis descendentes de cruzamentos envolvendo indivíduos de genótipo conhecido, ou supostamente conhecido.



A cor dos olhos é um exemplo de característica condicionada por mais de um par de alelos.



Eritroblastose fetal

No momento da separação da placenta, quando uma mãe Rh⁻ dá à luz um bebê Rh⁺, o sangue materno se contamina com um pouco do sangue do bebê. Os glóbulos vermelhos do bebê contêm **fator Rh** e o organismo materno reage a ele como se fosse um intruso (como se fosse, por exemplo, um vírus), desenvolvendo **anticorpos** para combatê-lo.

Numa próxima gravidez de um feto Rh⁺, anticorpos anti-Rh produzidos pela mãe e presentes no plasma (parte líquida do sangue) materno podem passar através da placenta e chegar ao feto, atacando seus glóbulos vermelhos e destruindo-os. Isso caracteriza a **eritroblastose fetal**, doença que pode matar o feto ou o recém-nascido.

Existem técnicas médicas para, já na primeira gravidez Rh⁺, prever e minimizar o problema. Essa é uma das muitas razões pelas quais é necessário acompanhamento médico durante a gestação.

Outro ponto que precisa ser enfatizado é que as características ilustradas na lateral da página anterior são condicionadas por um único par de alelos. Existem, contudo, características hereditárias associadas a **mais de um par de alelos**, como a cor da pele, a cor dos olhos e a estatura. Por causa disso, os padrões com que tais características aparecem em descendentes são muito mais complexos.

10 Os grupos sanguíneos

Há situações em que uma pessoa perde muito sangue (em acidente, em cirurgia etc.) e necessita de uma transfusão de sangue, ou seja, precisa receber sangue proveniente de outra pessoa. Antes, porém, de realizar-se uma transfusão, devem ser feitos vários testes com o sangue do doador. Neles, além de se verificar a presença de agentes causadores de doenças (vírus, bactérias etc.), também se avalia se o sangue do doador é compatível com o do receptor. Caso não haja compatibilidade, o sangue não pode ser usado no receptor, pois provocaria rejeição e até morte.

Você já ouviu falar em grupos sanguíneos? E em expressões como “A-positivo” e “O-negativo”?

Essas expressões têm a ver justamente com o tipo de sangue e a possibilidade de usá-lo, ou não, numa transfusão.

O sangue de um indivíduo pode ser classificado de acordo com dois critérios complementares: o sistema Rh e o sistema ABO. Vale frisar que essa classificação é **parcial**, pois **outros** sistemas também existem.

Sistema Rh

No **sistema Rh** de classificação, o sangue pode ser do tipo Rh⁺ (lê-se “RH positivo”) ou Rh⁻ (lê-se “RH negativo”). O que diferencia ambos os tipos é o fato de os indivíduos Rh⁺ apresentarem no sangue (especificamente, na superfície dos glóbulos vermelhos) uma substância denominada **fator Rh**, e os indivíduos Rh⁻, não.

O sangue contendo fator Rh (isto é, indivíduo Rh⁺) pode ser doado a outro indivíduo Rh⁺, mas não a quem é Rh⁻, pois, nesse caso, o organismo reagiria à presença do fator Rh, reconhecendo-o como se fosse algo “estranho” ao corpo. Começaria a ocorrer uma lenta e gradual reação ao sangue recebido, reação essa que, numa segunda transfusão, seria violenta, podendo provocar a morte do paciente.

O sangue Rh⁻, por sua vez, pode ser transfundido para pacientes Rh⁺ ou Rh⁻, pois a ausência de fator Rh não provoca reação de rejeição ao sangue recebido.

A presença ou ausência do fator Rh no sangue está relacionada a **um par de alelos**. Um deles, *R*, é dominante e condiciona a presença do fator Rh. O outro, *r*, é recessivo. Assim, temos:

- *RR* condiciona a presença de fator Rh (sangue Rh⁺);
- *Rr* condiciona a presença de fator Rh (sangue Rh⁺);
- *rr* condiciona a ausência de fator Rh (sangue Rh⁻).

Sistema ABO

No sistema ABO, o sangue pode ser classificado em um dos seguintes quatro tipos: A, B, AB e O. A diferença entre esses tipos está na presença de certas substâncias na superfície dos glóbulos vermelhos do sangue, condicionada por uma complexa interação genética.

A seguir há duas tabelas. Uma delas ilustra as possibilidades de uso de sangue em transfusões quanto ao sistema Rh, e a outra, quanto ao sistema ABO. Antes de realizar uma transfusão, os médicos levam em conta **ambas** as classificações e utilizam sangue que respeite a compatibilidade do receptor quanto aos dois critérios.

Assim, por exemplo, uma pessoa de sangue AB⁺ — isto é, sangue tipo AB e tipo Rh⁺ — pode receber o sangue de qualquer doador (analise as tabelas) e um indivíduo O⁻, por outro lado, só pode receber sangue de doador O⁻.

		DOADOR	
		Rh ⁺	Rh ⁻
RECEPTOR	Rh ⁺	Sim	Sim
	Rh ⁻	Não	Sim

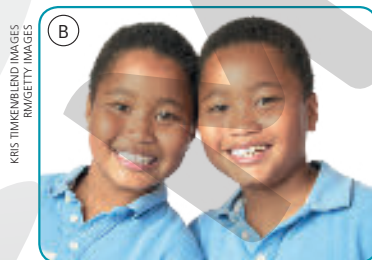
		DOADOR			
		AB	A	B	O
RECEPTOR	AB	Sim	Sim	Sim	Sim
	A	Não	Sim	Não	Sim
	B	Não	Não	Sim	Sim
	O	Não	Não	Não	Sim

Tabelas que indicam se o sangue do doador e o do receptor são compatíveis (**sim** indica compatibilidade). Embora sejam universais, essas tabelas são **parciais**, pois apenas refletem a questão de compatibilidade nos sistemas ABO e Rh, **desconsiderando** outros sistemas sanguíneos.

11 Parecidos, mas geralmente diferentes!

Entre os filhos de um mesmo casal, embora alguns possam ser muito parecidos, não há dois indivíduos idênticos (a não ser em certos casos de gêmeos). Por quê?

Quando os gametas se formam, ocorre a separação dos alelos e cada gameta recebe apenas um alelo de cada par. Alguns especialistas avaliam que, dos diferentes gametas de um único casal humano, poderiam surgir 64 trilhões de combinações geneticamente diferentes para o novo indivíduo. É por isso que é praticamente impossível dois filhos de um mesmo casal serem geneticamente idênticos, a não ser no caso de gêmeos idênticos.



A. Os gêmeos fraternos, assim como qualquer par de irmãos não gêmeos, possuem genótipos diferentes.

B. Os gêmeos idênticos possuem bagagem genética igual (genótipo idêntico).

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

sistema Rh Sistema de classificação do sangue em dois grupos (Rh⁺ e Rh⁻), de acordo com a presença ou a ausência de uma substância chamada fator Rh.

sistema ABO Sistema de classificação do sangue em quatro grupos (A, B, AB e O), de acordo com a presença de certas substâncias na superfície dos glóbulos vermelhos.

Atividades

Ao final do item 11, os estudantes já têm condições de trabalhar os exercícios 7 e 8 do *Use o que aprendeu* e a atividade 4 do *Explore diferentes linguagens*.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- sistema Rh
- sistema ABO

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

gêmeos dizigóticos Gêmeos (filhos nascidos de uma mesma gestação) originados de dois óvulos diferentes, cada qual fertilizado por um espermatozoide distinto. São geneticamente diferentes.

gêmeos monozigóticos Gêmeos originados de um único óvulo fertilizado por um espermatozoide. O zigoto resultante, em algum momento de seu desenvolvimento posterior, separou-se em dois indivíduos, ambos geneticamente iguais.

Atividades

Após o item 11, os alunos já têm condições de fazer os exercícios 9 a 12 do *Use o que aprendeu*.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

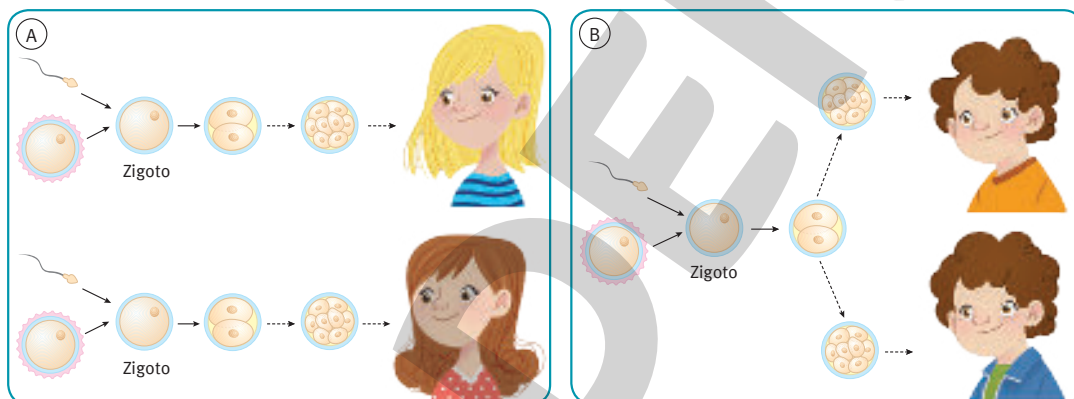
Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e inclui-lo no nosso blog.

- gêmeos dizigóticos
- gêmeos monozigóticos

Vejamos a diferença entre **gêmeos fraternos**, ou **dizigóticos**, e **gêmeos idênticos**, ou **monozigóticos**.

Às vezes pode acontecer de dois ovócitos serem liberados em uma mesma ovulação. Caso isso aconteça, poderão se formar dois zigotos; cada um deles da fertilização de um óvulo (proveniente de um ovócito) por um espermatozoide. Chegando ao útero, ambos podem se implantar e se desenvolver. Esses irmãos, **gêmeos dizigóticos**, **diferem na bagagem genética**, pois originaram-se de diferentes óvulos e espermatozoides. Eles são comparáveis a filhos de um mesmo casal nascidos de diferentes gestações.

No caso de gêmeos idênticos, a situação é diferente. Por complexas razões, ainda não totalmente compreendidas, o conjunto de células resultantes da divisão de um único zigoto pode se separar em dois conjuntos independentes. Cada um deles se desenvolve num indivíduo completo, por meio de sucessivas divisões celulares. Nesse caso, os gêmeos originaram-se de um mesmo zigoto, que, por sua vez, veio de um só óvulo e de um só espermatozoide. Assim, **gêmeos monozigóticos** possuem a **mesma bagagem genética (mesmo genótipo)**.



A. Gêmeos fraternos provêm de diferentes zigotos.

B. Gêmeos idênticos provêm de um mesmo zigoto.

(Esquema fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: Elaborado a partir de K. L. Moore et al. *The developing human: clinically oriented embryology*. 10. ed. Philadelphia: Elsevier, 2016. p. 132-133.

12 Cromossomos sexuais

Nasceu! É menino ou menina? A resposta a essa pergunta é, na realidade, determinada pela natureza no momento da fertilização. Mais precisamente, a resposta depende de um dos 23 cromossomos existentes no espermatozoide que fertiliza o óvulo.

Dos 23 pares de cromossomos presentes nas células diploides humanas, há um que é notavelmente diferente entre homens e mulheres. Nas mulheres, esse par é formado por dois cromossomos semelhantes, designados pela letra *X*; nos homens, é formado por um cromossomo *X* e por outro, mais curto, designado pela letra *Y*. Por isso, tanto o cromossomo *X* quanto o *Y* são chamados **cromossomos sexuais**.

Quando os gametas se formam, os cromossomos *XX* (na mulher) e *XY* (no homem) se separam. Assim, todos os óvulos conterão um cromossomo *X*. Já no caso dos espermatozoides, haverá aqueles com o cromossomo *X* e aqueles com o *Y*.

ILUSTRAÇÕES: CLARISSA FRANÇA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Projeto

Nesta altura do capítulo, pode-se propor aos alunos uma atividade investigativa sobre a probabilidade de o zigoto ser **XX** ou **XY**.

Trata-se do **Projeto 4**, do **Suplemento de projetos** no final do livro do estudante.

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, na mesma página em que ele aparece no livro do aluno.

Atividades

Ao final do item 12, propõe-se aos estudantes o exercício 13 do *Use o que aprendeu* e as atividades 5 a 7 do *Explore diferentes linguagens*.

Conteúdos

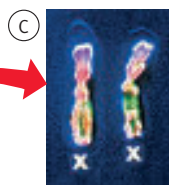
atitudinais sugeridos

- Valorizar os conhecimentos e a pesquisa científica para o entendimento de distúrbios genéticos.
- Perceber a importância da Biotecnologia para a produção em larga escala, por exemplo, de vacinas, antibióticos e insulina.
- Reconhecer a relevância das tecnologias terapêuticas advindas da Engenharia Genética do estudo do genoma humano.
- Estar atento às múltiplas questões éticas que decorrem das potencialidades da Engenharia Genética.

Essas são algumas atitudes desejáveis que podem ser desenvolvidas a partir do item 13, do texto *Em destaque* da página 221 do livro do estudante e da *Sugestão de atividade* apresentada nas páginas 220 e 221 deste Manual do professor.



FOTOS: CHRIS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/ISTOCK



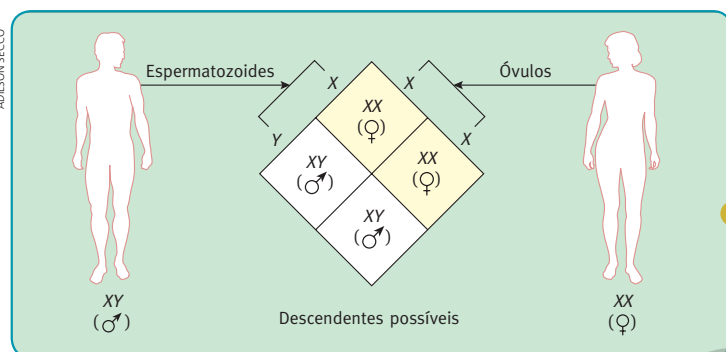
Cromossomos de células diploides humanas, corados e fotografados ao microscópio (com ampliação de cerca de 3.600 vezes, na foto **A**). As imagens dos cromossomos foram recortadas e arranjadas por ordem decrescente de tamanho.

A. 22 pares de **autossomos**, os cromossomos não ligados à determinação do sexo.

B. Par cromossômico **XY** no sexo masculino.

C. Par cromossômico **XX** no sexo feminino.

Se um espermatozoide que contenha o cromossomo **X** fertilizar um óvulo, será gerada uma menina. Se, por outro lado, o espermatozoide contiver o cromossomo **Y**, então será gerado um menino. O esquema a seguir mostra que a probabilidade de gerar meninos é igual à de gerar meninas.



Num cruzamento humano, há iguais chances de ser gerada uma filha (**XX**) ou um filho (**XY**), ou seja, há 50% de possibilidade para cada um. O símbolo ♀ indica sexo feminino, e o símbolo ♂, sexo masculino.

13 Doenças hereditárias e aneuploidia

Doenças hereditárias

Você já viu em produtos dietéticos uma inscrição do tipo “atenção fenilcetonúricos: contém fenilalanina”?

Esse aviso é para os portadores de **fenilcetonúria**, doença caracterizada pela incapacidade de processar a fenilalanina, um constituinte do adoçante artificial aspartame e das proteínas de certos alimentos. A fenilcetonúria deve-se a um alelo recessivo (de um gene localizado no cromossomo 12) e manifesta-se, portanto, nos indivíduos homozigóticos recessivos. Se não forem tomados cuidados especiais na alimentação do bebê portador desde os primeiros meses de vida, as consequências podem ser muito sérias, sendo o retardo mental a mais frequente.



ATIVIDADE

Para discussão em grupo

Imagine que se descubra um método que permita separar, em laboratório, espermatozoides portadores do cromossomo **X** de espermatozoides portadores do cromossomo **Y**.

Seria ético usar essa técnica para escolher o sexo dos filhos?

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, os textos “Os genes e o câncer” e “Genética Médica”.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

cromossomos sexuais Um par de cromossomos que é responsável pela determinação do sexo do indivíduo.

doenças hereditárias Doenças provocadas pela presença e pela manifestação de determinados alelos.

Sugestão de atividade

Após trabalhar com os estudantes o texto *Em destaque* da página seguinte, a sugestão é assistir ao documentário *DNA: a promessa e o preço* (Discovery Channel, 2005, aproximadamente 100 min). Trata-se de um informativo (disponível em DVD e internet) sobre o material genético e suas tecnologias, dividido em dois episódios de aproximadamente 50 minutos cada.

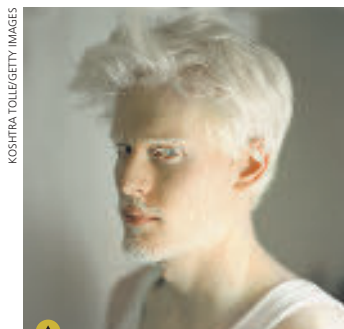
Apresenta animações por computação gráfica acerca da estrutura dos cromossomos e passagem dos genes aos descendentes. Aborda temas como doenças genéticas, o Projeto Genoma Humano, células-tronco e suas aplicações em Medicina, terapia gênica e clonagem animal.

O documentário levanta diversas questões éticas. Entre elas, podemos citar:

- Qual o direito que um indivíduo tem à privacidade sobre sua própria informação genética?
- Pode haver registro de um gene como patente (isto é, como propriedade intelectual) pela companhia que o descobriu? Afinal genes não são inventados, mas sim descobertos. Eles fazem parte da natureza e não foram criados por seu descobridor.



O “teste do pezinho” permite diagnosticar a fenilcetonúria num recém-nascido.



Jovem albino.



ATIVIDADE

Tema para pesquisa

Doenças genéticas relacionadas a genes localizados nos cromossomos sexuais.



ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- cromossomos sexuais
- doenças hereditárias

Estudos científicos revelaram ser possível diagnosticar a doença por meio do sangue do recém-nascido. Pode-se, portanto, diagnosticar a fenilcetonúria desde cedo e alimentar o bebê com uma dieta adequada, isenta de fenilalanina. Com isso, o indivíduo pode ter vida normal, exceto pelo fato de ter de manter a dieta por toda a vida.

O **albinismo** é outro exemplo de distúrbio causado por um alelo recessivo (de um gene do cromossomo 11) e que se manifesta, portanto, em homozigóticos recessivos. O organismo desses indivíduos, os albinos, não produz melanina, pigmento escuro que dá cor à pele, aos cabelos e aos olhos. Como consequência, os albinos têm a pele, os cabelos e os olhos muito claros. A falta da melanina faz os albinos serem muito sensíveis à luz, às queimaduras de sol e ao câncer de pele.

Fenilcetonúria e albinismo são apenas dois dos muitos exemplos conhecidos de **doenças hereditárias**, distúrbios cuja ocorrência se relaciona à presença de certos alelos. Outros exemplos são a **hemofilia**, caracterizada pela dificuldade de coagulação sanguínea, e o **daltonismo**, distúrbio visual em que o portador não distingue certas cores.

Aneuploidia

Na formação dos gametas, o número diploide de cromossomos é reduzido à metade. Às vezes ocorrem problemas nessas divisões celulares e os gametas produzidos podem ficar com cromossomos a mais ou a menos. Se um gameta com número irregular de cromossomos participar da fertilização, o zigoto resultante terá uma **aneuploidia** (condição em que as células de um indivíduo apresentam alteração no número de cromossomos, a mais ou a menos do que o número normal).

Zigotos com aneuploidia geralmente se desenvolvem irregularmente e originam embriões e fetos bastante deformados. Muitas vezes a gravidez termina em aborto natural, mas em alguns casos a aneuploidia não chega a ser fatal. É o caso da **síndrome de Down**, que se deve à presença, nas células do indivíduo, de três exemplares do cromossomo 21.



Crianças em atividade escolar, uma delas com síndrome de Down. A inclusão escolar da criança com deficiência, assegurada em lei, é uma das manifestações do respeito da sociedade às diferenças individuais.

- É correto diagnosticar possíveis doenças genéticas em um zigoto e só implantá-lo no útero caso ele seja promissora e “saúdavel”?
- Seria aceitável conceber um filho – seletivamente escolhido por análise genética – que seja compatível com outro, que está doente, para que seja doador em transplante (de medula óssea, por exemplo)?
- É ético selecionar as características de um filho a ser gerado?
- Deve ser permitido o uso de células-tronco embrionárias? Em que casos?

Biotecnologia e Engenharia Genética

Usar organismos vivos para produzir materiais de interesse é denominado **Biotecnologia**. Desde a década de 1970, os trabalhos em Biotecnologia vêm ganhando novo impulso com o desenvolvimento de técnicas, pela **Engenharia Genética**, que permitem isolar um gene de uma espécie e inserir esse gene no genótipo de outra espécie.

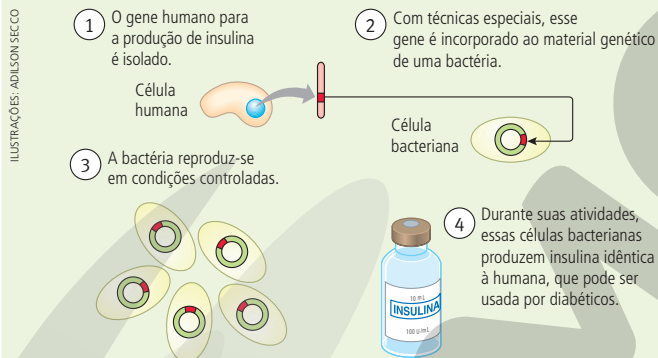
A presença do “novo” gene no organismo que o recebeu pode ter duas finalidades básicas. Uma delas é fazer com que o organismo receptor produza grandes quantidades de alguma substância de interesse humano, substância essa cuja produção é condicionada pela presença do gene. Como exemplo, considere a produção de insulina transgênica, destinada a uso humano, esquematizada abaixo.

Essa mesma tecnologia tem permitido a obtenção de vacinas, de antibióticos, de medicamentos contra o câncer e de outros hormônios além da insulina.

Uma outra finalidade de inserir um “novo” gene no genótipo de um ser vivo é fazer com que ele adquira alguma característica desejada, condicionada pelo gene inserido.

Considere, por exemplo, que uma certa planta, não usada em agricultura, seja resistente a determinada praga, por exemplo, fungos que atacam as folhas. Descoberto o gene responsável por essa resistência à praga, esse gene pode ser isolado e inserido no material genético de plantas importantes à agricultura, tais como soja e milho. A presença do “novo” gene nesses organismos conferirá a eles resistência à praga, aumentando o rendimento das lavouras.

Organismos que contêm, em seu genótipo, genes que foram propositalmente inseridos através de técnicas de Engenharia Genética são denominados **organismos transgênicos** ou **organismos geneticamente modificados (OGMs)**. Atualmente existe um caloroso debate sobre possíveis consequências da presença desses organismos nos ambientes naturais e sobre eventuais riscos à saúde decorrentes do consumo de alimentos transgênicos.



Esquema simplificado, fora de proporção e em cores e formas fantasiosas, que mostra um exemplo de atuação da Engenharia Genética: a produção de insulina humana por bactérias.

Fonte do esquema: Elaborado a partir de N. A. Campbell et al. *Biology: concepts & connections*. 7. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2012. p. 233.



Use a internet

A **Embrapa** (do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento) realiza uma série de pesquisas sobre a importância dos OGMs no aumento da produtividade agrícola e na melhoria da qualidade dos produtos. Entre no portal <<https://www.embrapa.br/>> (acesso: ago. 2018) e dê uma busca pela palavra *ogm*.

A **CTNBio** (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, do Ministério da Ciência e Tecnologia) assessora o governo federal na formulação, atualização e implementação das políticas referentes a OGMs. Em <<http://ctnbio.mcti.gov.br/inicio>> (acesso: ago. 2018) dê uma busca por *ogm*.

Caso os endereços eletrônicos citados não estejam mais ativos, busque os portais por **Embrapa** e **CTNBio**.

Você pode encontrar mais algumas questões éticas pertinentes no texto “Genética e a sociedade”, que está na seção *Aprofundamento ao professor*, na parte inicial deste Manual do professor.

Finalizando essa atividade, pode-se promover um debate e verificar os pontos de consenso e os pontos mais polêmicos, o que permite ilustrar a necessidade de debate democrático acerca de temas como esse.

Além disso, para que os cidadãos possam opinar, é necessário conhecimento científico. Cabe aqui lembrar as palavras da BNCC, segundo a qual “apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania” (BNCC, 2017, p 319).

Interdisciplinaridade

O **debate regrado** é um gênero textual trabalhado por alguns professores de Português. Caso seja o que ocorre em sua escola, a atuação interdisciplinar com Português tornará muito mais enriquecedora a atividade anteriormente proposta.

Aprofundamento ao professor

Sobre a relevância da Engenharia Genética, veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Os organismos submetidos à Engenharia Genética sintetizam um largo espectro de produtos biológicos e farmacêuticos”.

A seguir, pode-se propor aos estudantes que debatam as seguintes perguntas:

- Na sua opinião, das questões éticas apresentadas no documentário, qual é a mais séria? Por quê?
- A sociedade, por meio de seus governantes e legisladores, deve impor limites à pesquisa científica sobre o DNA e às novas tecnologias decorrentes dessas pesquisas?
- Caso sua resposta à questão anterior seja negativa, explique por quê. Caso ela seja afirmativa, que limites devem ser esses?

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

biotecnologia Utilização de seres vivos para obter produtos de interesse.

Engenharia Genética Área da Ciência que atua sobretudo na manipulação de genes.

organismo transgênico Organismo que foi geneticamente modificado (OGM) com técnicas da Engenharia Genética.

Respostas do

Use o que aprendeu

- a) A célula haploide tem 23 cromossomos, metade do "lote" total encontrado nas células diploides, que é de 46 cromossomos.
b) Os gametas (óvulo e espermatozoide).
c) As demais células do corpo. (Professor, elas são designadas *células somáticas*.)
d) As células haploides (espermatozoide e óvulo).
- Diploide, pois resulta da junção de dois "lotes" haploides de cromossomos, um de cada gameta.
- a) 23 do pai e 23 da mãe.
b) Todas essas células se originaram de divisões celulares sucessivas a partir do zigoto. A cada vez que uma célula diploide sofre divisão e origina duas novas células diploides, os cromossomos da célula original são copiados e um "lote" dos 46 cromossomos existirá em cada uma das células resultantes da divisão.
- a) 31, a metade do número diploide.
b) 32, a metade do número diploide.
c) Espera-se que os estudantes respondam 63, que é a soma do número de cromossomos do espermatozoide do jumento com o número de cromossomos do óvulo da égua.

A-Z

ATIVIDADE

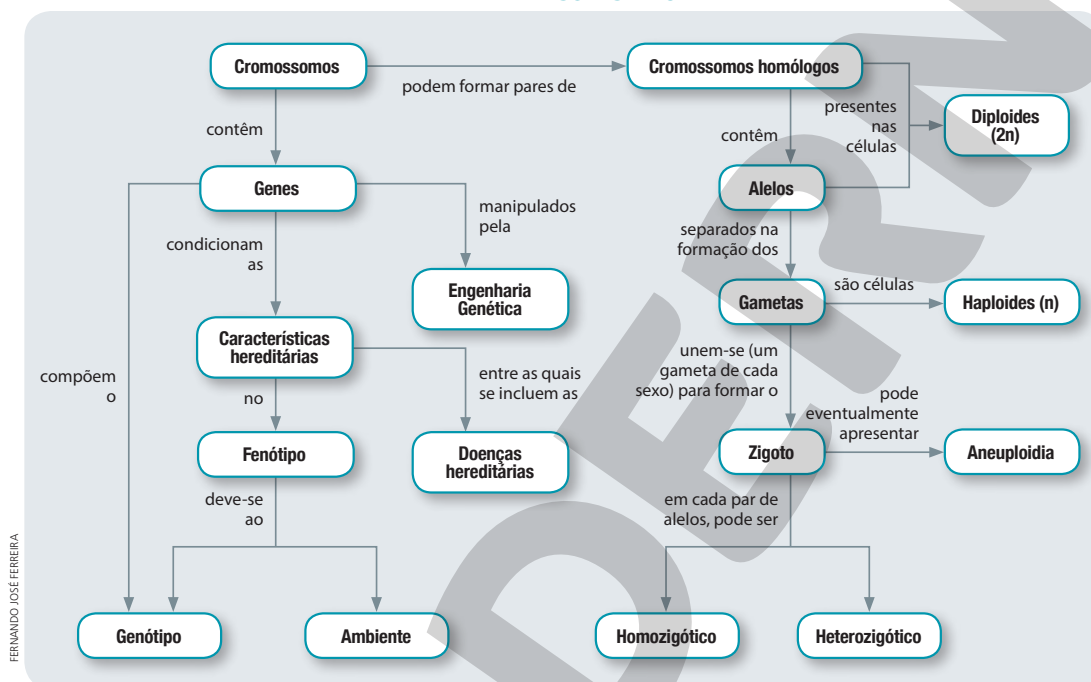
Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- biotecnologia
- Engenharia Genética
- organismo transgênico

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

- Na espécie humana, assim como em muitas outras, há **células diploides** e **células haploides**.
a) Cite uma importante diferença entre uma célula haploide humana e uma célula diploide humana.
b) Quais são as células haploides humanas?
c) Quais são as células diploides humanas?
d) Qual desses dois tipos de células, haploide ou diploide, tem participação direta no processo de fertilização?
- Um **zigoto** é uma célula haploide ou diploide? Explique.
- Nas células diploides do seu corpo há 46 cromossomos.
a) Quantos deles são herança de seu pai? E quantos são herança de sua mãe?
b) No seu corpo há centenas de trilhões de células diploides. Explique como é possível que todas elas possuam cópias desses cromossomos que você herdou de seus pais se, nos gametas deles que participaram da fecundação, havia cromossomos suficientes apenas para a formação do zigoto.

222

UNIDADE D • Capítulo 10

No item **c** dessa atividade **4**, destaque o fato de haver um número ímpar de cromossomos numa célula "diploide" e relacione isso com a não existência de perfeita correspondência entre cromossomos paternos e maternos. Em casos como esse, ocorrem problemas na separação cromossômica durante a divisão celular que forma os gametas, fazendo com que o descendente seja **estéril**.

- a) 7, a metade do número diploide.
b) 14, o número diploide.

4. O número diploide na espécie dos cavalos (*Equus caballus*) é 64 e, na espécie dos jumentos (*Equus asinus*), é 62.

- Quantos cromossomos há num espermatozoide de jumento?
- Quantos cromossomos há num óvulo de égua (fêmea do cavalo)?
- Do cruzamento de um jumento com uma égua origina-se a mula, descendente estéril (incapaz de se reproduzir), pois provém do cruzamento de animais de diferentes espécies. Quantos cromossomos você esperaria que fossem encontrados ao examinar, com o equipamento de microscopia adequado, o núcleo de uma célula do corpo de uma mula?

altura: 1,6 m



A mula descende do cruzamento de um jumento com uma égua.

- O número diploide da ervilha é 14. Quantos cromossomos há:
 - num gameta de planta de ervilha?
 - numa célula de folha da planta de ervilha?
- A expressão **alelos** e a expressão **cromossomos homólogos** significam a mesma coisa? Explique.
- Considerando **apenas** o sistema sanguíneo ABO, existe um tipo de sangue que é conhecido como "doador universal", pois pode ser transfundido para indivíduos dos demais grupos. Existe, entretanto, um tipo sanguíneo conhecido como "receptor universal", pois indivíduos desse grupo

podem receber doações de todos os demais grupos. Consultando uma tabela mostrada no capítulo, conclua qual dos tipos sanguíneos (AB, A, B ou O) é o:

- "doador universal";
- "receptor universal".

- Imagine que um médico tenha de fazer uma transfusão para um paciente cujo sangue é A⁻. No banco de sangue do hospital, dispõe-se de sangue dos tipos AB⁻, A⁺, B⁻, O⁺ e O⁻. Consulte as tabelas fornecidas no item 10 deste capítulo e conclua: qual ou quais deles podem ser empregados na transfusão?
- Qual é a diferença entre o modo como se formam gêmeos monozigóticos e gêmeos dizigóticos?
- Dois gêmeos monozigóticos podem ser de sexos distintos? Justifique.
- Dois gêmeos dizigóticos podem ser de sexos distintos? Justifique.
- Dois gêmeos monozigóticos foram separados logo na infância, devido à morte dos pais. Foram criados por famílias diferentes, em diferentes localidades. Aos 30 anos, o primeiro deles é magro e tem pele morena. O outro é gordo, tem pele clara e é mais alto que o irmão. Podemos usar essas constatações para concluir que os gêmeos têm genótipos diferentes? Explique.
- Em certas culturas é muito valorizado pelo marido o nascimento de um menino, sendo atribuída à mulher a "culpa" no caso de nascerem apenas meninas. Considerando os princípios da Genética, diga se há fundamento em atribuir à mulher, ou mesmo ao homem, a responsabilidade pela determinação do sexo do bebê.

- Consultando uma das tabelas, verifica-se que um paciente de sangue A pode receber sangue tipo A e tipo O. Consultando a outra tabela, verifica-se que um paciente Rh⁻ pode receber apenas sangue Rh⁻. Assim sendo, das opções oferecidas, o paciente pode receber somente sangue O⁻.

- Os gêmeos monozigóticos originam-se de um mesmo zigoto (formado por um óvulo e um espermatozoide). Durante a sequência das divisões celulares a partir desse zigoto, o conjunto de células divide-se em dois conjuntos, e cada qual origina um embrião.

Já os gêmeos dizigóticos formam-se a partir de dois óvulos provenientes de um mesmo período ovulatório, cada qual sendo fertilizado por um espermatozoide distinto.

Os gêmeos monozigóticos têm exatamente a mesma bagagem genética, e os dizigóticos não têm.

- Não. Como os gêmeos monozigóticos têm a mesma bagagem genética, eles são necessariamente do mesmo sexo.
- Sim. Já que eles têm bagagens genéticas diferentes, são como qualquer par de irmãos e podem, portanto, ser do mesmo sexo ou de sexos diferentes.
- Não, pois o texto afirma que são gêmeos monozigóticos. Eles têm, portanto, o mesmo genótipo. As diferenças observadas no fenótipo não se devem a genótipos diferentes, mas sim à atuação diferenciada de fatores ambientais sobre ambos.
- Espera-se que os alunos concluam que não há como responsabilizar alguém pelo sexo de seus descendentes. Existe 50% de chance de a criança ser menino e 50% de ser menina. É uma questão probabilística.



ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

ATENÇÃO!

Para realizar as atividades seguintes, **consulte** o texto e as tabelas do capítulo sempre que precisar saber se uma determinada característica deve-se a um alelo dominante ou a um alelo recessivo.

- Não. **Cromossomos homólogos** são pares de cromossomos de uma célula que contêm a mesma sequência de genes. **Alelos** são genes que ocupam o mesmo local nos cromossomos homólogos, um alelo em cada cromossomo do par.
- A tabela do item 10 do capítulo mostra que o tipo sanguíneo, no sistema ABO, que pode ser doado a todos os demais é o tipo O.
 - O tipo sanguíneo, no sistema ABO, que pode receber sangue doado de todos os demais é o tipo AB.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. O alelo que condiciona flor vermelha é dominante e o que condiciona flor branca é recessivo (tabela do item 8). Se os indivíduos cruzados forem VV e VV , ou VV e Vv , não há chance de descendentes com flores brancas (vv). Se há descendentes com flores brancas, os indivíduos cruzados **têm de ser heterozigóticos** (Vv).
2. Como **B** tem flores brancas, é necessariamente **homozigótica** recessiva vv . Se **A** fosse homozigótica VV , não haveria a possibilidade de descendentes vv (com flores brancas). A possibilidade de descendentes vv só existe se **A** for heterozigótica Vv .

3. a) Sim. b) Não.

S: alelo dominante, condiciona lóbulo solto;
s: alelo recessivo, condiciona lóbulo preso.

Nos descendentes de um casal ss (ambos com fenótipo lóbulo preso), há apenas a possibilidade de filhos ss , mas **não** de filhos SS ou Ss , com lóbulo da orelha solto.

4. A mãe tem de ser heterozigótica (Rr) e poderia ter um filho rr (fenótipo Rh^-) com **qualquer** homem rr . Assim:

- a) Não podemos garantir que ele **não** seja o pai.
- b) Não é possível assegurar que ele **seja** o pai.

Comente que os testes de DNA abriram uma nova era na elucidação de paternidade.

5. a) Já que os pais têm sardas, o genótipo de cada um pode ser SS ou Ss . Como tiveram filho sem sardas (ss), os dois são **heterozigóticos** (Ss).
- b) Sim. Essa outra criança pode ser menina ou menino (50% de chance cada) e pode apresentar sardas (genótipo SS ou Ss) ou não apresentar (genótipo ss), já que os pais são Ss .

PROBABILIDADES

1. Duas plantas de ervilha, ambas dotadas de flores vermelhas, foram cruzadas. Entre os descendentes foram observados indivíduos com flores vermelhas e indivíduos com flores brancas. É possível concluir se os indivíduos cruzados são homozigóticos ou heterozigóticos? Explique.
2. Uma planta de ervilha, **A**, dotada de flores vermelhas foi cruzada com outra, **B**, dotada de flores brancas. Entre os descendentes foram observados indivíduos com flores vermelhas e indivíduos com flores brancas. É possível concluir se **A** e **B** são homozigóticos ou heterozigóticos? Explique.
3. Um homem e uma mulher, ambos com lóbulo da orelha preso, podem gerar filhos:
 - a) com lóbulo da orelha preso? Explique.
 - b) com lóbulo da orelha solto? Explique.
4. Um homem, de sangue Rh^- , é suposto pai de uma criança, de sangue Rh^- , cuja mãe tem sangue Rh^+ . Com base nessas informações, é possível **assegurar** que o homem:
 - a) não é o pai da criança?
 - b) é o pai da criança?
5. Um homem e uma mulher, ambos com sardas, tiveram um filho sem sardas.
 - a) É possível concluir se os pais são homozigóticos ou heterozigóticos no que diz respeito ao par de alelos que condiciona a presença ou a ausência de sardas?
 - b) Se esses pais gerarem outra criança, é possível que seja uma filha e com sardas? Explique.

TIRINHA



LUANN, GREG EVANS © 2017 GCE INC. / DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

6. Na sua fala do último quadrinho, o rapaz se refere a uma moça por meio de um atributo exclusivo das pessoas do sexo feminino. Ele se refere a alelos quaisquer, cromossomos sexuais, alelos recessivos, cromossomos quaisquer ou alelos dominantes? Explique.
7. Considerando os aspectos genéticos de ambos os sexos, que cromossomos sexuais estão presentes nos gametas produzidos por uma mulher? E por um homem?

Seu aprendizado não termina aqui

As tecnologias associadas à Genética podem proporcionar grandes avanços na área de saúde. Elas, contudo, originam importantes questionamentos **éticos** sobre os quais você deve refletir e estar permanentemente atento. Eis alguns exemplos.

Seria correto usar a mesma tecnologia que detecta doenças hereditárias para introduzir material genético em pessoas saudáveis a fim

de salientar determinada característica desejada, como inteligência, beleza ou capacidade atlética? Temos o direito de escolher a cor dos olhos ou o sexo de nossos descendentes? Se uma pessoa descobre que há chance de ela vir a gerar filhos com sérias doenças genéticas, seria correto impedi-la de ter filhos? Quem deve ter o poder de decisão em casos como esses?

6. Na espécie humana, indivíduos do sexo feminino têm, nas células diploides, dois cromossomos sexuais do mesmo tipo, o **X**, apresentando genótipo **XX**.
No terceiro quadrinho, o rapaz se refere, portanto, a **cromossomos sexuais**.
7. Na mulher, todos os gametas produzidos terão cromossomo sexual **X**. Já no homem, metade dos gametas terá cromossomo sexual **X** e, a outra metade, **Y**.

EVOLUÇÃO DOS
SERES VIVOS

Ao conhecermos as características dos seres vivos, podemos compreender melhor sua história evolutiva. Os chimpanzés, como o da foto, são a espécie mais próxima evolutivamente dos seres humanos. (Altura do chimpanzé: até 1,6 m.)

Principais conteúdos conceituais

- Fósseis como objetos de estudo científico e registros da história evolutiva
- Conceito de evolução
- Explicação de Lamarck para a evolução
- Explicação de Darwin para a evolução
- Adaptações dos seres vivos ao ambiente como decorrência da evolução por meio da seleção natural
- Seleção natural *versus* seleção artificial
- Árvores filogenéticas
- Noção da concepção científica sobre a origem da vida

Este capítulo aborda as explicações dadas por Lamarck e por Darwin para a evolução, destacando a segunda (Teoria da Seleção Natural) como a que é aceita atualmente pela comunidade científica. O capítulo permite o desenvolvimento das habilidades EF09CI10 e EF09CI11 da BNCC, transcritas e comentadas mais à frente. Também, como decorrência do estudo do capítulo, espera-se que os estudantes procurem eliminar visões lamarckistas.

Algumas perguntas iniciais para uma sondagem prévia são enunciadas a seguir. Estimule os estudantes a respondê-las em voz alta e atente às repostas, pois revelam as pré-concepções que eles têm.

- Os seres vivos sempre foram como são hoje? Em que se baseia sua resposta?
- Por que há tantas espécies com semelhanças físicas facilmente perceptíveis?
- Como se originaram as semelhanças entre os seres vivos? E as diferenças?

Procure aproveitar os saberes prévios, sejam cientificamente corretos ou não, para, a partir deles, desenvolver o tema, mostrando que as mudanças sofridas ao longo de várias gerações (evolução) decorrem de os indivíduos mais aptos a enfrentarem o ambiente terem mais chances de chegarem à vida adulta e de gerarem descendentes, transmitindo a eles seus genes.

De olho na BNCC!

• EF09CI10

“Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.”

O excerto de *A origem das espécies* que aparece na seção *Motivação* dessa página inicia o desenvolvimento da habilidade. Leia-o em sala e aproveite, também aqui, para sondar o que os estudantes depreendem dele. Retorne a esse texto após o item 7 do capítulo, leia-o novamente e auxilie os estudantes na compreensão de suas passagens. Outro trecho da mesma obra de Darwin aparecerá no *Explore diferentes linguagens*.

Após essa abertura, o capítulo aborda os fósseis como relevantes objetos de estudo científico, que, entre outras razões para sua importância, se constituem em evidências de que os seres vivos evoluem. A partir daí, são trabalhadas as explicações de Lamarck e de Darwin para a evolução.

Em algumas atividades do *Use o que aprendeu*, os estudantes terão a oportunidade de contrapor as teorias de Lamarck e de Darwin. O intuito é substanciar a segunda e enfatizar que é a teoria aceita atualmente.

Outras atividades do *Use o que aprendeu* e do *Explore diferentes linguagens* visam desenvolver nos estudantes a capacidade de analisar filogenias, de interpretar textos referentes a formas de vida de eras e períodos geológicos passados e de buscar, analisar e utilizar dados referentes a essas épocas. Desta forma, as atividades apresentadas no capítulo procuram mobilizar recursos cognitivos para a formação de saberes referentes à evolução e à seleção natural.

Cabe lembrar ao educador que os fósseis e as épocas geológicas já foram trabalhadas na habilidade da BNCC desenvolvida, no volume do 6º ano (EF06CI12).

MOTIVAÇÃO

Em destaque

Um trecho do livro *A origem das espécies*, de Charles Darwin

“Pode-se afirmar que a seleção natural está continuamente sondando, a cada dia e a cada hora, ao redor de todo o mundo, toda variação, mesmo a mais simples delas, rejeitando a nociva, preservando e ampliando o que for útil, trabalhando silenciosa e imperceptivelmente, quando e onde houver a oportunidade de aprimorar os seres vivos quanto às suas condições de vida orgânicas e inorgânicas. Não percebemos essas lentas modificações acontecendo, até que a mão do tempo tenha marcado a passagem das eras; e ainda assim é tão imperfeita nossa visão daquilo que ocorreu nos antigos períodos geológicos, que apenas podemos perceber que as atuais formas de vida são diferentes das que existiram no passado.”

Fonte: Charles Darwin. *A origem das espécies*. Inglaterra, 1859. (Tradução dos autores.)

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Fósseis: registros do passado

Para você conhecer um pouco da história de seus ancestrais — pais, avós, bisavós etc. —, certamente seriam muito úteis fotografias, roupas, objetos pessoais e todo o tipo de registro escrito, como documentos, boletins escolares, mensagens enviadas e recebidas por eles etc.

Da mesma maneira, para saber um pouco mais sobre a história do nosso planeta, os cientistas procuram registros do que ocorreu no passado.

Na investigação científica, os **fósseis** são muito importantes. Eles são vestígios deixados por seres que viveram há muito tempo.

Os fósseis são objeto de estudo da Paleontologia, ramo da Ciência que reúne, analisa e interpreta evidências sobre as formas de vida do passado do planeta. Vasculhando as grandes formações sedimentares, os paleontólogos encontram esses registros de tempos remotos, dispostos, geralmente, de acordo com a data de sua formação. Normalmente, as camadas mais profundas guardam registros de tempos mais distantes, e as camadas superficiais, registros de um passado mais recente.



Fóssil de trilobite, forma de vida animal extinta há mais de 200 milhões de anos. Esse fóssil foi encontrado na Inglaterra. comprimento: 7 cm

A relevância da descoberta do fóssil de *Archaeopteryx*

A descoberta de evidências fósseis de *Archaeopteryx* teve importância no estabelecimento do elo evolutivo entre répteis e aves. Sobre isso, citamos o seguinte texto:

“A descoberta do *Archaeopteryx* foi especialmente oportuna. Em 1861, o fóssil foi extraído de um local na Bavária, onde hoje é a Alemanha. Apenas dois anos antes, Charles Darwin tinha publicado *A origem das espécies*, o qual imediatamente inflamou o debate público.

2 O conceito de evolução

Observando os fósseis, os cientistas perceberam que muitas espécies de seres vivos do passado não existem mais. Os atuais organismos apresentam algumas semelhanças com esses ancestrais que, por alguma razão, desapareceram do nosso planeta, ou seja, foram extintos.

O fóssil da foto na lateral desta página corresponde a um ser vivo já extinto. Nesse fóssil está registrada a imagem de um ser com asas e penas, que lembra uma ave. No entanto, não é exatamente igual a nenhuma ave atual. Os cientistas acreditam que animais como esse são ancestrais de outros que existem atualmente.

Os muitos fósseis que já foram encontrados e estudados contêm evidências de que, com o passar de muitas e muitas gerações, os seres vivos foram sofrendo modificações até chegar aos que hoje povoam a Terra.

Esse processo de sucessivas modificações ao longo do tempo, que deu origem aos seres atualmente existentes, é chamado **evolução**.

Mas como acontece a evolução? Vários cientistas já tentaram responder a essa pergunta. Duas respostas serão mencionadas aqui: a de Lamarck e a de Darwin.



Representação artística de como seria o *Archaeopteryx*.



Grande formação sedimentar estratificada, ou seja, formada em estratos (camadas). Num passado geológico, as camadas superiores depositaram-se sobre as inferiores e são, portanto, mais recentes do que elas. Cada camada pode conter fósseis da época em que se formou. (Margem de arenito do Rio São Francisco, em Canindé do São Francisco, SE, 2008.)



Fóssil de um *Archaeopteryx*, animal já extinto. Esse fóssil, de 1 m de comprimento, foi encontrado na Bavária, Alemanha. (Réplica em exposição no Museu de História Natural de Taubaté, SP, 2007.)

A descoberta do *Archaeopteryx* incitou o interesse na possibilidade da existência de outros fósseis antigos de aves que poderiam diminuir ainda mais o hiato entre répteis e aves. Os répteis têm dentes, mas as aves recentes não têm. Em algum lugar entre os dois, intermediários evolutivos desenvolveram um bico e perderam os dentes. Portanto, descobrir uma ave fóssil com dentes de réptil seria de importância considerável e ajudaria a fornecer detalhes sobre essa transição evolutiva.

O. C. Marsh, um paleontólogo americano do meio do século XIX, descobriu exatamente tais aves com dentes, embora fossem posteriores ao *Archaeopteryx* (veja a ilustração abaixo).

A despeito da importância das descobertas de Marsh, inimigos da evolução no congresso dos Estados Unidos protestaram quanto ao uso do dinheiro dos impostos para a procura de fósseis de aves com dentes, o que todo mundo sabia que não existia (até que Marsh os descobriu, é claro)."



"Pássaro com dentes. O hesperornis viveu há 100 milhões de anos em mares internos da América do Norte. Embora maior (quase 1 m, no total) na forma, suas características e, provavelmente, seu estilo de vida se assemelham aos da mabelha atual. Esse pássaro também tinha dentes, uma característica mantida dos seus ancestrais répteis."

Fonte do texto, da ilustração e da legenda: KARDONG, K. V.

Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução. 5. ed. São Paulo: Roca, 2010. p. 145.

Esse era o início da paleontologia, com relativamente poucos fósseis recuperados e até mesmo menos cientistas sérios para desenterrá-los. Aqueles que criticavam Darwin foram rápidos em apontar a ausência de fósseis intermediários entre os grupos, o que era previsto pela sua teoria da evolução. Se um grupo originava outro, como as ideias de Darwin sugeriam, então formas de transição deveriam ocorrer.

O *Archaeopteryx* ajudou a responder a essa objeção. Era um desses tais fósseis de transição porque possuía características de aves (penas) e répteis (esqueleto e dentes).

Projeto

O Projeto 5 (do final do livro) pode ser realizado a esta altura do curso.

Trata-se de uma simulação da formação de fósseis.

De olho na BNCC!

• EF09CI11

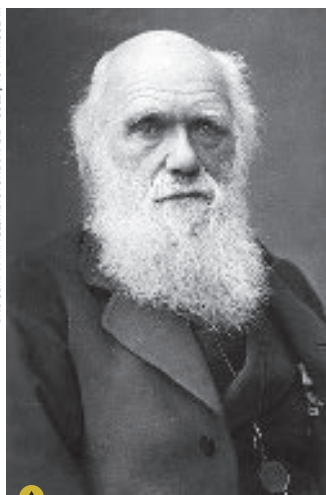
“Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.”

Essa habilidade é desenvolvida ao longo deste capítulo. Com a abordagem da teoria darwiniana para a evolução por meio da seleção natural (item 4) e, em seguida, pela explicação de como ocorre o processo de formação de novas espécies (item 5) embasado na seleção natural proposta por Darwin, os estudantes passam a ter condições de discutir como a diversidade da vida foi sendo produzida mediante a seleção de indivíduos – decorrente, por exemplo, de variações das condições ambientais – atuando por extensos períodos de tempo.

Com a compreensão desses temas, os estudantes estão preparados para entender como são interpretadas as filogenias e porque é de extrema importância para os biólogos que estas sejam desenvolvidas e permanentemente revisadas à luz de novas descobertas, a fim de representar, da melhor maneira possível, o parentesco evolutivo entre as espécies e também entre outras categorias taxonômicas.

Por fim, o último item deste capítulo (item 9) aborda a concepção científica acerca da origem da vida, tema que está diretamente relacionado com a evolução, já que mesmo os primeiros seres vivos estavam submetidos a processos de seleção natural e evolução. O quadro *Em destaque* da página 238 oferece aos alunos uma visão geral de aspectos estudados sobre origem da vida e evolução da biodiversidade.

ENGLISH PHOTOGRAPHER (19TH CENTURY) © LOOK AND LEARN/GETTY IMAGES/BRIDGEMAN IMAGES/KESTONE BRASIL – COLEÇÃO PARTICULAR



O naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882).

3 A explicação lamarckista para a evolução

Em 1809, Jean-Baptiste de Lamarck sugeriu que a explicação para as evidências presentes nos fósseis seria o fato de os seres vivos evoluírem ao longo das gerações.

Lamarck propôs que, quando um organismo usa algumas de suas partes, elas se desenvolvem mais do que aquelas que são menos usadas e que essas novas características adquiridas passariam para os descendentes. No entanto, **não há** evidências de que novas características adquiridas em vida por um organismo passem para os descendentes e, por isso, a explicação lamarckista **NÃO é aceita atualmente pelos cientistas**.

O mérito de Lamarck foi admitir, em sua época, que os seres vivos evoluem.

4 A explicação darwinista para a evolução

No ano em que Lamarck publicou suas ideias, nascia na Inglaterra Charles Darwin. Em dezembro de 1831, com 22 anos, ele se juntou à tripulação do navio *Beagle*, cuja missão era mapear o litoral da América do Sul, pouco conhecido naquela época.

Em cinco anos de viagem, Darwin ocupou muito de seu tempo coletando amostras de fósseis, observando espécies animais e plantas, seu comportamento e suas adaptações. Terminada a jornada, ele pôde elaborar sua proposta de explicação para a evolução dos seres vivos, que publicou em 1859 no livro intitulado *A origem das espécies por meio da seleção natural* (frequentemente chamado apenas de *A origem das espécies*).

Darwin percebeu que os seres vivos em geral têm grande facilidade para gerar descendentes, mas, entre esses, **nem todos conseguem sobreviver até que possam produzir seus próprios descendentes**. Ele notou que os descendentes de um ser vivo **não são todos exatamente iguais** — ao contrário, sempre apresentam pequenas **diferenças individuais**. E concluiu que algumas dessas diferenças são **hereditárias** (herdadas dos ancestrais) e podem, em princípio, ser transmitidas aos descendentes.

Ao observarmos os seres humanos, é possível perceber as diferenças individuais dentro da mesma espécie. Nos filhos de um mesmo casal também notamos essas diferenças. Depois disso, você ainda acha que todas as girafas são iguais? Todos os elefantes são idênticos? Não há diferença alguma entre as roseiras?



RAWPEL/SHUTTERSTOCK

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



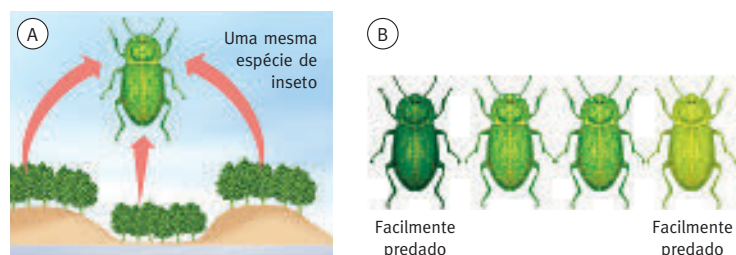
Segundo as ideias darwinistas, **em qualquer espécie de seres vivos, alguns indivíduos possuem características que os tornam mais aptos a sobreviver do que outros em determinado ambiente**. Os indivíduos mais aptos têm **maiores chances** de chegar à vida adulta e, conseqüentemente, de **transmitir essas características aos seus descendentes**.

O ambiente, com seus fatores vivos e fatores não vivos, favorece os organismos mais aptos a enfrentá-lo. Assim, ao longo das gerações, ocorre o que Darwin chamou de **seleção natural** dos indivíduos mais adaptados ao ambiente.

Para exemplificar, suponha que uma determinada espécie de inseto, cujos indivíduos são verdes, viva numa região do litoral, coberta por mata verde. Isso aparece na figura (A).

Os indivíduos dessa população de insetos cruzam uns com os outros e sempre aparecem novos indivíduos, com pequenas variações individuais, por exemplo na cor.

Um novo indivíduo que seja verde-amarelado estará menos camuflado na folhagem. Ele será visto mais facilmente por aves predadoras e terá menor chance de sobreviver. Também serão mais facilmente predados os indivíduos que tenham cor verde mais escura (veja a figura (B)). **O ambiente favorece os indivíduos mais adaptados a ele.**



5 Como se formam novas espécies?

Vejamos um exemplo de como a teoria da seleção natural permite explicar o surgimento de novas espécies a partir de espécies anteriores. Para isso, voltemos ao exemplo dos insetos no litoral (figuras (A) e (B)).

Considere que, com o passar de milhares de anos, as condições da região se modifiquem e uma parte desse litoral seja inundada pelo mar, separando a população em duas partes, uma das quais fique isolada numa ilha. Considere, também, que alterações do clima façam com que a **ilha** tenha condições tais que favoreçam o crescimento de árvores com folhas verdes **mais escuras** e que, no **continente**, sejam favorecidas plantas com folhas **ligeiramente amareladas**, como ilustrado na figura (C).

Na ilha, pela seleção natural, serão favorecidos os indivíduos de cor verde mais escura e, no continente, os indivíduos mais amarelados. Com o passar de milhares de anos, teremos populações com cores distintas (figura (D)). Além da cor, muitas outras características podem ter sido alteradas como decorrência da seleção natural, que favorece os indivíduos mais aptos a enfrentar cada ambiente.



ATIVIDADE

Tema para pesquisa

Onde se localizam as Ilhas Galápagos?

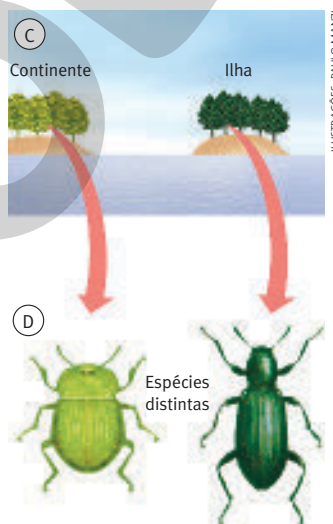
Por que as observações que Darwin fez nessas ilhas foram tão importantes para a elaboração de sua teoria sobre a seleção natural e a evolução dos seres vivos?



Use a internet

Ao realizar a pesquisa sugerida acima, não deixe de procurar na internet imagens usando as palavras **Darwin** e **Beagle**. Você encontrará várias ilustrações do navio e do mapa da viagem feita por Darwin.

Realizando uma busca de imagens com a palavra **Galápagos**, você terá acesso a uma grande diversidade de fotos da vida selvagem nessas ilhas.



Conteúdos procedimentais sugeridos

- Manusear materiais simples para a elaboração de uma demonstração sobre a cor de insetos e a facilidade ou dificuldade para serem vistos por predadores.
- Interpretar árvores filogenéticas não muito complexas, sejam elas horizontais ou verticais.
- Pesquisar fatos relevantes sobre a viagem de Darwin a bordo do *Beagle* e também sobre a relevância das Ilhas Galápagos na elaboração da Teoria da Seleção Natural pelo cientista. Compartilhar os fatos com os demais colegas mediante postagens no *blog* de Ciências e/ou apresentações em sala.

O primeiro conteúdo é o que se pretende desenvolver com o **Projeto 6** (veja indicação abaixo).

A interpretação de árvores filogenéticas é trabalho que pode ser desenvolvido por meio da análise dos exemplos apresentados no capítulo e pelo trabalho com as atividades 3 a 10 do *Explore diferentes linguagens*.

O terceiro conteúdo elencado pode ser desenvolvido a partir dos quadros *Tema para pesquisa*, das páginas 229 e 231 do livro do estudante.

Projeto

O **Projeto 6** (do final do livro) pode ser realizado a esta altura do curso.

Ele consiste em uma atividade referente à importância da camuflagem como fator de sucesso na seleção natural de algumas espécies de insetos (ou de outros seres).

Esse projeto é comentado neste Manual do professor, na mesma página em que ele aparece no livro do aluno.

Atividades

Ao final do item 4, proponha aos estudantes as atividades 1 e 2 do *Explore diferentes linguagens*.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

evolução Processo em que as características dos seres vivos vão sendo modificadas ao longo das gerações.

seleção natural Processo no qual indivíduos com características que os tornem mais aptos à sobrevivência e à reprodução em um certo ambiente terão mais chances de produzir descendentes, passando a eles características hereditárias favoráveis à sobrevivência e à reprodução nesse ambiente.

seleção artificial Processo no qual o ser humano escolhe (seleciona) os indivíduos de uma espécie cuja reprodução será favorecida e, dessa forma, favorece a perpetuação de indivíduos cujas características sejam desejadas pelo ser humano.



Use a internet

Para saber mais sobre a grande diversidade canina, realize uma busca na internet digitando “raças de cães”.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- evolução
- seleção natural
- seleção artificial

Poderá chegar um momento em que ambas as populações terão diferenças suficientemente grandes a ponto de, se colocadas em contato, não conseguirem mais cruzar entre si originando descendentes férteis. Nesse momento, elas passaram a ser **duas espécies diferentes**, que se originaram de uma mesma espécie ancestral.

6 Evolução não é um processo individual

A evolução não ocorre com um só indivíduo, mas sim nas populações e ao longo das gerações. A seleção natural favorece a sobrevivência e a reprodução dos indivíduos de uma população que têm características que os tornam mais bem adaptados ao ambiente. Ao longo do tempo, a frequência de indivíduos que apresentam as características favoráveis tende a aumentar na população.

Em destaque

A seleção artificial

Como será explicado na próxima página, Darwin encontrou apoio para suas ideias na observação da seleção de raças, feita pelo ser humano há muitos séculos com plantas e animais.

Vejamos o que é isso, usando como exemplo o caso dos cães. Partindo de um mesmo tipo de ancestral, o ser humano permitiu a reprodução dos indivíduos que possuíam as características desejadas. Assim, ao longo de muitas e muitas gerações sob controle humano, surgiram as diferentes raças de cães, todas pertencentes à mesma espécie, *Canis familiaris*.

As diferenças entre essas raças se devem à intervenção humana, que desempenhou um papel equivalente ao da seleção natural. Nesse caso, o processo é chamado **seleção artificial**.

A seleção de animais e plantas, destinados, por exemplo, à pecuária e à agricultura, vem sendo feita artificialmente pelo ser humano há muitos séculos.

MONIKA WISNEWSKA / SHUTTERSTOCK



Cão da raça pastor alemão.
altura: 65 cm



Cão da raça buldogue francês.
altura: 35 cm

LEUNGCHOPANSHUTTERSTOCK



Cão da raça dachshund.
altura: 30 cm

YSBRAND COSINSHUTTERSTOCK



Cão da raça basset hound.
altura: 35 cm

DALEEN LOESTISHUTTERSTOCK

7 Darwin inspirou-se na seleção artificial

Um criador de gado leiteiro possui várias vacas e um único touro. Ele seleciona as melhores vacas leiteiras — as que produzem mais leite — e permite que apenas elas cruzem com o touro. Das novas vacas descendentes desses cruzamentos, apenas as melhores são cruzadas novamente.

Agindo assim, se a capacidade de produzir mais leite for uma característica herdável, o ser humano pode, ao longo de várias gerações de vacas, selecionar propositadamente as qualidades desejadas para os novos descendentes.

Esse exemplo ilustra o processo de *seleção artificial*, usado pela humanidade desde os tempos mais remotos para produzir animais e plantas mais adequados às suas próprias necessidades.

Por seleção artificial, a humanidade domesticou muitas espécies selvagens, selecionando variedades de seu interesse. Alguns exemplos de produtos da seleção artificial são as raças de gado leiteiro, gado para corte, e também de cães, gatos e outros animais de estimação, e muitas variedades de plantas utilizadas em agricultura.

Darwin tinha como passatempo a criação de pombos e a busca de novas variedades dessas aves por meio do cruzamento seletivo de indivíduos.

Ele percebeu que, assim como os humanos selecionam as variedades que mais lhes interessam, a natureza também exerce uma seleção sobre os indivíduos, só que o critério é outro: os mais aptos têm mais chances de sobreviver e de se reproduzir.

Provavelmente ele escolheu o nome “seleção natural” por causa da familiaridade que tinha com a seleção artificial.



ATIVIDADE

Tema para pesquisa

A viagem de Darwin a bordo do *Beagle*.

O trajeto da viagem, os países nos quais o navio ancorou e as principais observações feitas por Darwin, que o levaram a elaborar a teoria da seleção natural.

Tema para pesquisa

Incentive os alunos a compartilhar o material produzido no *blog* de Ciências da equipe e por meio de exposição em sala. Além de aumentar o comprometimento com a atividade, isso auxilia no desenvolvimento de habilidades referentes à apresentação em público.

Se julgar conveniente, esse trabalho pode ser realizado em abordagem interdisciplinar com Geografia (relevo, rochas, tectonismo, intemperismo) e com História (contexto histórico em que Darwin viveu e propôs sua teoria).

Indicações de livros sobre o trabalho de Darwin aparecem na *Sugestão de leitura complementar para professores*, na primeira parte deste Manual do professor.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Darwin e o *Beagle*”.

Interdisciplinaridade

Além do que foi proposto em *Tema para pesquisa*, acima, a foto dessa página também abre possibilidades para abordagem interdisciplinar com o colega de História. Proponham aos alunos que pesquisem local de origem e época aproximada da domesticação de plantas e animais.

Nesse contexto, o termo **domesticação** é entendido como o uso da seleção artificial para obter variedades de interesse do ser humano. Exemplos que podem ser propostos: abelha, cabra, cão, cavalo, carpa, galinha, lhama, peru, porco, rena, arroz, batata, milho e trigo.

Atividades

Ao final do item 7, o momento é oportuno para os estudantes trabalharem os exercícios 1 a 5 do *Use o que aprendeu*.



Variedades de uma mesma espécie de planta, *Brassica oleracea*, obtidas por ação humana (seleção artificial):

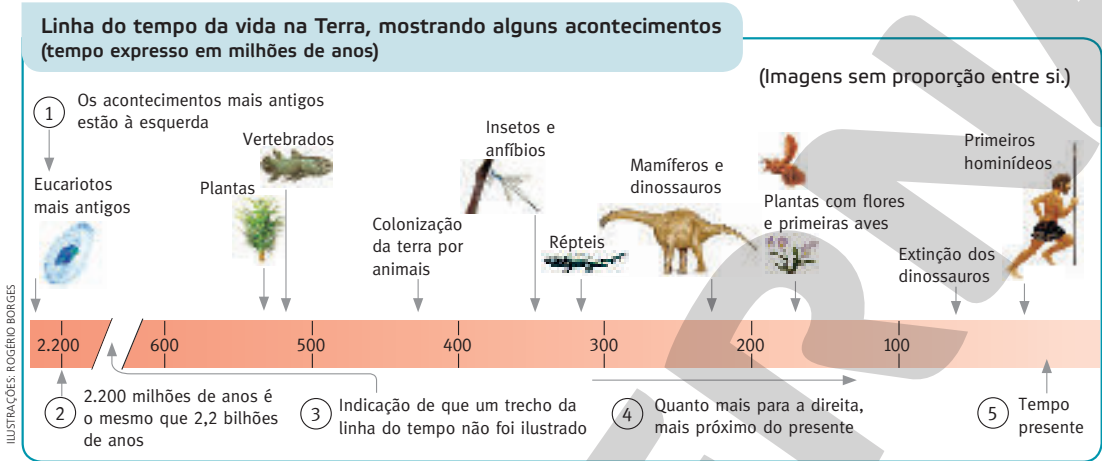
- ① Repolho. ② Couve-flor. ③ Brócolis. ④ Couve.

Aprofundamento ao professor

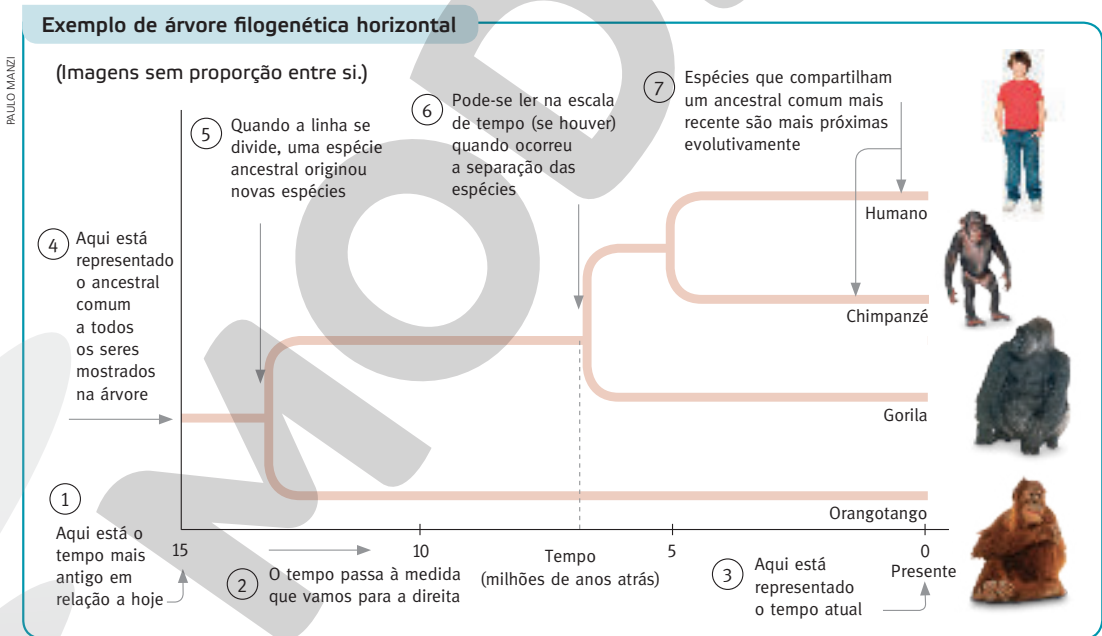
O professor pode encontrar árvores filogenéticas mais amplas no portal do *Tree of life web project* (Projeto árvore da vida na rede), no endereço: <<http://tolweb.org/tree/>> (em inglês; acesso: out. 2018).

8 Árvores filogenéticas

A história da vida na Terra tem sido gradualmente desvendada pelos cientistas, sobretudo por meio do estudo dos fósseis. Alguns dos acontecimentos marcantes dessa história já são conhecidos e permitem montar esquemas como o seguinte.



Durante a evolução, novas espécies surgem a partir de espécies ancestrais, e isso pode ser representado por meio das **árvores filogenéticas**. A seguir aparecem dois modos possíveis de fazer esse tipo de representação.



Atividades

Ao final dessa página, os estudantes já podem fazer as atividades 3 a 10 do *Explore diferentes linguagens*.

Atente!

Quando conceitos da Genética são incorporados ao darwinismo, fala-se em *neo-darwinismo*, porém essa terminologia não é empregada no livro do estudante. O mapa conceitual a seguir ilustra, de modo simplificado, a inclusão de conceitos de Genética na síntese evolutiva.

Potencialidade dos seres vivos para gerar muitos descendentes

Recursos do ambiente sustentam uma população mais ou menos constante

conduzem a uma

Competição entre seres da mesma espécie pela sobrevivência e pela reprodução

Variabilidade da estrutura e do funcionamento do organismo e também do comportamento

propiciam a atuação da

Seleção natural

Existem genes e eles são transmitidos aos descendentes

explica o fato de que

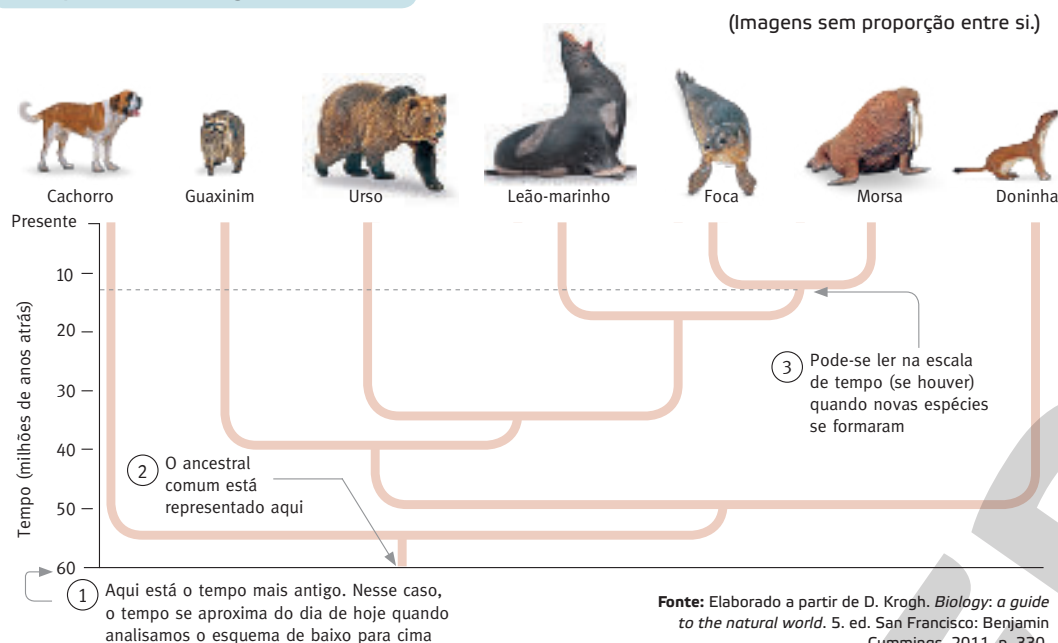
Algumas características são hereditárias, ou seja, podem aparecer nos descendentes

conduzem à

Evolução

FERNANDO JOSÉ FERREIRA

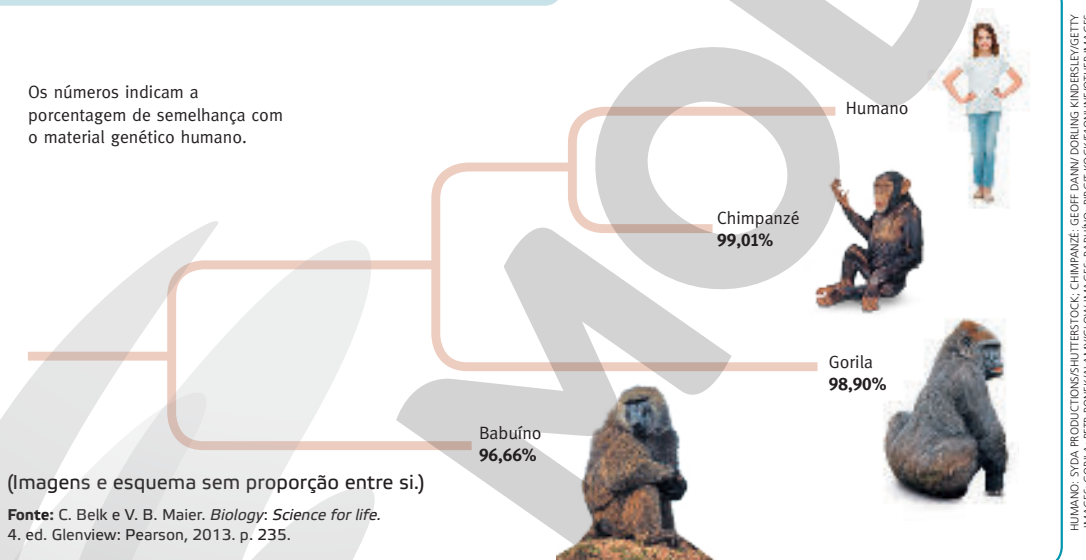
Exemplo de árvore filogenética vertical



Os cientistas utilizam muitas evidências para montar as árvores filogenéticas. Entre elas, uma das mais úteis é a análise e comparação da composição do material genético das espécies. As **espécies mais próximas evolutivamente têm maior semelhança de material genético** do que as mais distantes.

Árvore filogenética e semelhança do material genético

Os números indicam a porcentagem de semelhança com o material genético humano.



Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “Evidências da evolução”.

Em destaque

O ser humano é descendente do macaco?

A linhagem dos primatas, à qual a espécie humana (*Homo sapiens*) pertence, originou-se, de acordo com evidências paleontológicas, de pequenos mamíferos que viveram em árvores e se alimentavam de insetos.

Uma notável distinção entre os primatas e outros mamíferos é um conjunto de adaptações que os primatas têm para a vida em árvores, que inclui mãos habilidosas, com o polegar posicionado em oposição aos outros dedos (o que permite agarrar-se aos galhos e manipular alimentos), unhas no lugar de garras, olhos na parte frontal da face (que propiciam avaliar visualmente a distância a que os objetos se encontram), crias pouco numerosas (geralmente apenas um filhote) que recebem prolongado cuidado dos pais.

Ao longo da evolução, a linhagem dos primatas separou-se em dois ramos principais, o dos prosímios e o dos antropóides (veja o esquema na página ao lado). Os antropóides diversificaram-se e algumas espécies provenientes dessa ramificação evolutiva, que se iniciou provavelmente na África ou na Ásia, espalharam-se pelas Américas e outras, pela Europa, África e Ásia.

Um gênero do qual provavelmente o *Homo sapiens* descende é o *Australopithecus*. Seus integrantes exibiam algumas adaptações que já os distinguiram bastante dos demais primatas, tais como o andar sobre duas pernas (bipedalismo) e um corpo que se mantém relativamente ereto e se locomove com movimentos das pernas, sem necessitar do auxílio dos braços para isso. Os *Australopithecus* representam um estágio evolutivo em que as árvores foram abandonadas e o solo passou a ser moradia definitiva.

O gênero *Homo* originou-se há cerca de 2,5 milhões de anos. Uma significativa alteração evolutiva do *Australopithecus* para o *Homo* é o aumento do tamanho do corpo e praticamente a duplicação do tamanho do cérebro. Os fósseis mais antigos do gênero *Homo* são da espécie conhecida como *Homo habilis* e datam de aproximadamente 2 milhões de anos. O *Homo habilis* dominava a construção de ferramentas rudimentares para obter comida e exemplares dessas ferramentas foram encontrados junto a fósseis da espécie.

Outra espécie pertencente ao nosso gênero, *Homo*, é a *Homo erectus*, que evoluiu na África há cerca de 1,6 milhão de anos. Alguns cientistas acreditam que, à medida que essa espécie se expandiu, ela exterminou, em conflitos, o *Homo habilis*.

Os membros da espécie *Homo erectus* eram de altura similar à dos seres humanos atuais, mas seus ossos eram mais pesados. De acordo com evidências paleontológicas, usavam o fogo para assar a comida e faziam ferramentas de pedra. Essas ferramentas provavelmente eram usadas para cavar, para caçar animais, para cortar e limpar a carne e para cortar madeira.

Embora haja evidências de que a espécie *Homo erectus* sobreviveu na Europa e na Ásia até 250 mil anos atrás, nas regiões tropicais ela foi substituída por outra, *Homo sapiens*, há cerca de 1 milhão de anos.

A evolução do *Australopithecus* até o *Homo sapiens* foi acompanhada de um aumento no tamanho do cérebro — mudança que favoreceu a inteligência, a possibilidade de comunicação entre os membros da espécie e também o estabelecimento de uma complexa vida social. Em última análise, o cérebro desenvolvido do *Homo sapiens* é o responsável por ele ter dominado a agricultura e a domesticação de animais selvagens, permitindo a sua fixação num local.

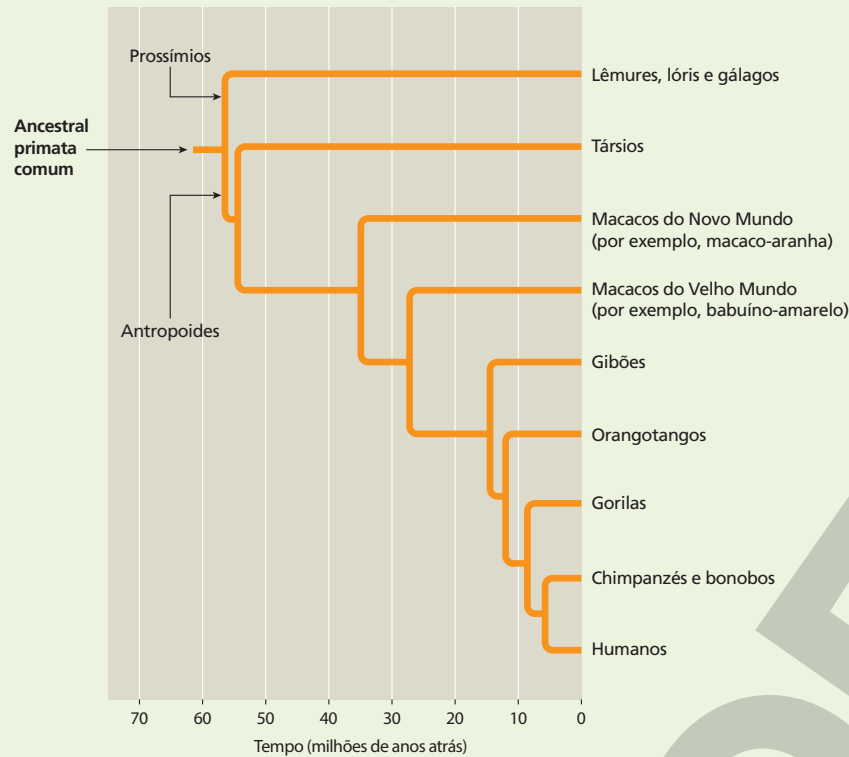
A aquisição da habilidade de falar, ainda que primitivamente, deve ter sido de grande valor para a sobrevivência dos primeiros seres humanos. Ela permitia aos caçadores se comunicarem durante a caçada a animais de grande porte e transmitir informações sobre a localização e sobre o uso das fontes alimentares.

As pesquisas referentes à evolução do ser humano apresentam notáveis progressos nos últimos tempos, pois novos fósseis têm sido encontrados e novas técnicas de análise têm sido desenvolvidas.

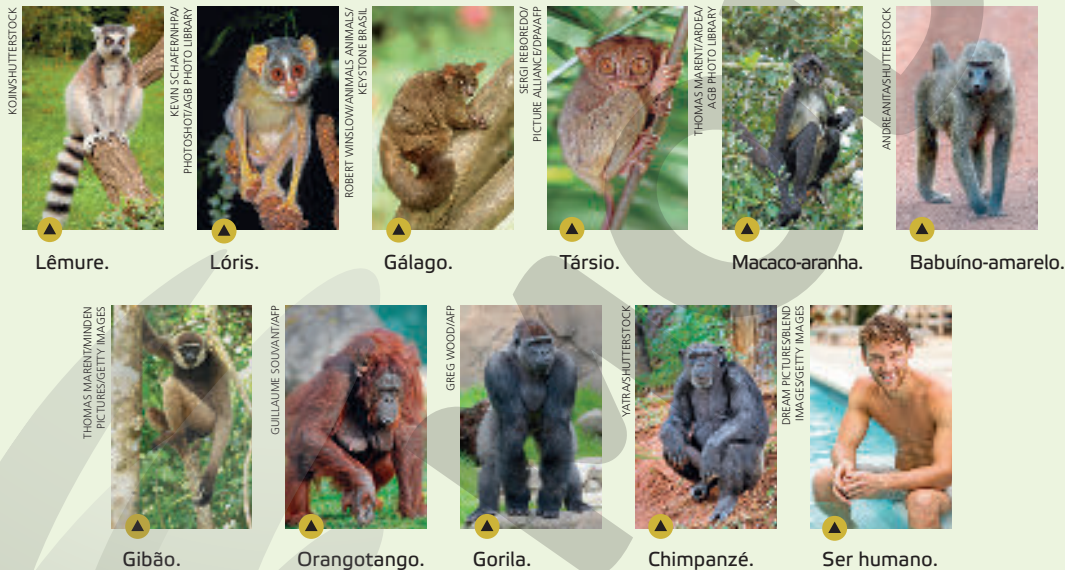
Não há, até o momento, uma certeza absoluta sobre todos os detalhes da linhagem evolutiva por meio da qual os humanos atuais evoluíram. Uma coisa, no entanto, está bem estabelecida: o ser humano **não** descende dos macacos; os humanos e todos os demais primatas descendem de **ancestrais comuns**.

Atividades

Depois de os alunos estudarem esse texto *Em destaque* e analisarem a árvore filogenética e as fotos, proponha a eles as atividades 11 a 23 do *Explore diferentes linguagens*.



Fonte da árvore filogenética: L. A. Urry et al. *Campbell Biology*. 11. ed. Hoboken: Pearson, 2017. p. 744.



Conteúdos atitudinais sugeridos

- Ter consciência da importância das pesquisas geológicas e paleontológicas para desvendar o passado dos seres vivos.
- Apreçar a vida em sua diversidade.
- Perceber que a evolução e a seleção natural são ideias amplamente aceitas pela comunidade científica.
- Compreender que a sociedade atual se beneficia da utilização da seleção artificial, há tempos, por nossos ancestrais humanos.
- Valorizar os esforços científicos que visam a identificação das relações evolutivas entre seres vivos, possibilitando melhor compreensão da vida no planeta.

Este capítulo oferece a oportunidade de trabalhar com os estudantes as atitudes listadas acima, que são decorrência da percepção (que se espera que seja adquirida por eles) da grandiosidade da diversidade da vida e dos extensos períodos de tempo que levou para essa diversidade chegar ao que é hoje, bem como da aceitação de que a natureza não está a serviço do ser humano. Todos estamos sujeitos às mesmas leis naturais que regem as formas de vida.

Salientamos, ao educador, que podem existir na turma estudantes que, por razões religiosas, não aceitam a visão científica sobre a evolução e a origem da vida.

É importante **respeitar** esse posicionamento, ressaltando, entretanto, que se trata de ideias científicas amplamente aceitas e, assim sendo, é necessário à formação geral do estudante **conhecê-las**, ainda que, por opção própria, decida não aceitá-las.

Nas avaliações, portanto, perguntas referentes a esses temas não estão indagando se o estudante aceita ou não a visão da Ciência, mas se a compreende e, como **cidadão bem informado**, tem condições de discorrer sobre ela.

9 A origem da vida

Há várias concepções sobre o tema

Como surgiu a vida?

Essa é uma pergunta que sempre intrigou a humanidade e que já foi respondida de muitas maneiras diferentes em diversas épocas e culturas. Encontramos respostas a essa pergunta no folclore de muitos povos, nas doutrinas de várias religiões e nos livros científicos. E, ao comparar todas essas respostas, percebemos que elas são bem diversas.

A resposta da Ciência é bastante peculiar

O que distingue a maneira como os cientistas tentam responder a essa pergunta do modo como ela é respondida por não cientistas é que a Ciência realiza experimentos para descobrir eventuais falhas nas suas **teorias**, ou seja, nas suas **propostas de explicação**.

Uma proposta científica para a origem da vida

Uma proposta de ampla aceitação entre cientistas é a de que há cerca de 3,8 bilhões de anos originou-se, nos oceanos da Terra, a primeira forma de vida unicelular, bastante primitiva. Estudos geológicos de rochas daquela época forneceram pistas de como deveria ter sido a composição da atmosfera terrestre, que era bem diferente da atual.

Os cientistas realizaram testes em laboratório para tentar simular as condições de temperatura, de atmosfera e de luz solar existentes na Terra primitiva antes de aparecer a vida.

Nesses testes, uma mistura inicial de substâncias que supostamente imitava a composição da atmosfera primitiva foi confinada num recipiente. Sob a ação de descargas elétricas que simulavam os raios das tempestades que ocorriam na época, os cientistas verificaram que essa mistura gradualmente sofria inúmeras transformações químicas (reações químicas). Ao final de vários dias de descargas elétricas, foram detectadas no interior do recipiente substâncias que não estavam lá no início. Entre essas substâncias, havia alguns tipos de aminoácidos, constituintes das proteínas que existem na composição de todos os seres vivos.

Nessa fotografia de 1983, o cientista estadunidense Stanley Miller (1930-2007) aparece próximo ao equipamento que utilizara 30 anos antes para realizar um experimento em que testou a possibilidade de certas substâncias constituintes dos seres vivos terem se formado na atmosfera da Terra primitiva.



ROGER RESSMEYER/CORBIS/VEG VIA GETTY IMAGES

Com base nos resultados de experimentos como esses, os cientistas propuseram que, ao longo de milhões de anos, houve uma série de reações químicas que, há cerca de 4 bilhões de anos, eventualmente produziram algumas das substâncias das quais a vida é formada. Teria se originado, como consequência, há cerca de 3,8 bilhões de anos, a primeira célula, extremamente primitiva, mas dotada de uma importante característica: poder fazer cópias de si mesma (capacidade de reprodução).

Convém insistir que essa é uma proposta que está sendo **continuamente reavaliada à luz de novas evidências** de vários ramos da Ciência, tais como a Geologia, a Paleontologia, a Química, a Física, a Genética e tantos outros. Quando novas evidências surgem, as ideias são aprimoradas visando incluir as novas informações disponíveis.

Nenhum cientista pode afirmar que essa explicação para a origem da vida seja correta em todos os seus detalhes, porém ela se fundamenta em evidências concretas. Além disso, está aberta a alterações advindas de novas evidências e, portanto, admite-se que seja uma **teoria**, uma **proposta de explicação**, e não uma verdade absoluta e inquestionável.

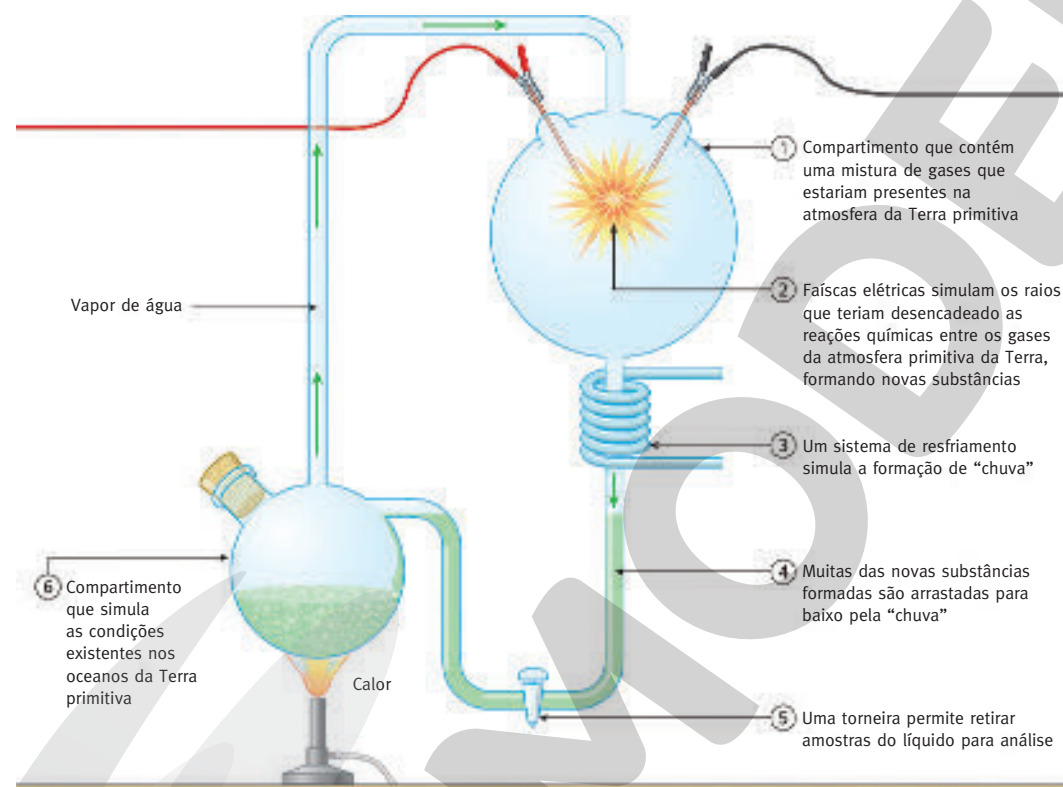


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Ilustração de um experimento de laboratório simulando condições que provavelmente existiam na Terra primitiva. Após vários dias de descargas elétricas, são detectadas no líquido algumas das substâncias existentes na composição dos seres vivos. (Representação esquemática, cores fantasiosas.)

Fonte: S. Freeman et al. *Biological Science*.
6. ed. Harlow: Pearson, 2017. p. 114.

Atividades

Ao final dessa página, os exercícios 6 e 7 do *Use o que aprendeu* podem ser trabalhados pelos estudantes.

Em destaque

Uma visão geral sobre a vida na Terra

Os avanços da Paleontologia (que estuda os seres vivos do passado mediante as evidências deixadas por eles), da Geologia (que estuda os minerais, as rochas e a estrutura do planeta) e da Genética (que estuda o material genético dos organismos e sua influência sobre as características dos indivíduos) permitiram que as ideias darwinistas sobre a evolução fossem encaradas de uma maneira mais moderna. Em linguagem científica atual, as ideias relacionadas à origem e à evolução da vida podem ser muito brevemente descritas como segue.

1. A Terra é muito antiga se comparada ao tempo em que a humanidade a habita. As estimativas para a idade da Terra giram em torno de 4,6 bilhões de anos.
2. Todos os seres vivos são descendentes de um ancestral comum que teria sido uma forma muito rudimentar de vida unicelular, surgida há cerca de 3,8 bilhões de anos.
3. A evolução ocorre em razão das mudanças graduais ao longo de muitas gerações de uma espécie, e não por causa de súbitas alterações sofridas por um ou mais indivíduos.
4. Indivíduos mais adaptados ao ambiente são consequência de processos evolutivos.
5. Uma mesma espécie, separada em dois ou mais grupos isolados, pode originar novas espécies distintas, em razão da evolução independente de cada um desses grupos.
6. Por causa da evolução, com o passar de bilhões de anos, a Terra passou a ser habitada por um grande número de espécies diferentes. Todas elas, contudo, originaram-se de um ancestral comum.
7. Um agente responsável pela evolução é a seleção natural, que se baseia nos seguintes fatos:
 - A população de uma espécie gera mais descendentes do que aqueles que de fato sobreviverão até a idade adulta.

- Existem variações genéticas (isto é, diferenças no material genético) entre os novos indivíduos que nascem.
- Os indivíduos de uma mesma espécie competem pela sobrevivência (alimento, acasalamento, espaço etc.).
- Os indivíduos que possuem os conjuntos de características que os tornam mais aptos a enfrentar o ambiente têm maior probabilidade de chegar à idade adulta e de produzir descendentes, transmitindo a eles sua bagagem genética, isto é, material genético. Esse material influenciará características dos descendentes, que poderão torná-los também mais aptos a enfrentar o ambiente, chegar à idade adulta e gerar novos descendentes.

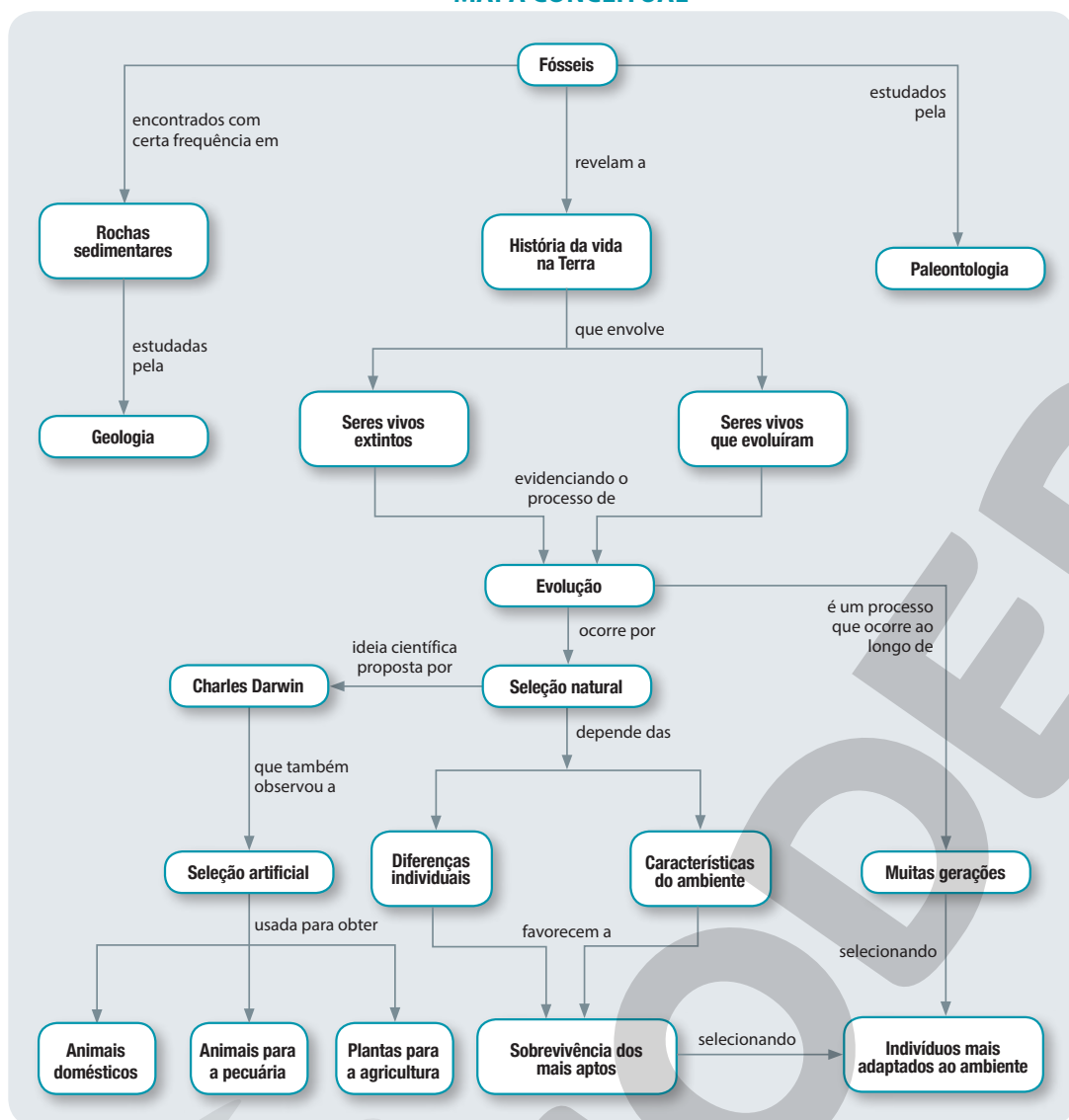
altura da girafa: até 6 m



Os cientistas dispõem de evidências para acreditar que todas as formas de vida atuais, não importa quão diferentes sejam, descendem de ancestrais comuns. (Nessa foto, girafa, zebras e outros seres vivos no Parque Nacional Etosha, Namíbia.)

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS

MAPA CONCEITUAL



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

1. Existe diferença entre **evolução** e **seleção natural**? Explique com suas palavras cada um desses conceitos.
2. Por motivos estéticos, algumas raças de cães têm como padrão o corte da cauda dos animais quando ainda filhotes. Seus descendentes, entretanto, nascerão com cauda.

Você acha que essa afirmação está de acordo com as ideias de Lamarck sobre a evolução das espécies? Explique.

Respostas do Use o que aprendeu

1. Sim. Evolução é um processo que ocorre ao longo de gerações e modifica as características dos seres vivos. Seleção natural é um mecanismo que explica a evolução: os vários membros de uma espécie não estão igualmente aptos a enfrentar o ambiente; os mais aptos têm mais chance de sobreviver e de se reproduzirem, passando aos descendentes suas características.
2. A afirmação contraria as ideias de Lamarck de que as características adquiridas durante a vida de um indivíduo sejam transmitidas aos descendentes.

3. a) A opinião I é lamarckista, pois propõe que características adquiridas em vida são transmitidas aos descendentes. A opinião II é darwinista, pois sugere que os indivíduos mais adaptados sobrevivem (seleção natural) e transmitem aos descendentes suas características.
- b) A opinião II (acrescida, atualmente, da complementação de que os descendentes recebem material genético de seus pais, e esse material condiciona as chamadas características hereditárias).
4. a) Atrapalha, pois esse indivíduo é mais facilmente visto pelos seus predadores.
- b) Não. Ele provavelmente morrerá antes de chegar à idade adulta e de se reproduzir.
5. Espera-se que os alunos associem o estudo dos fósseis ao esclarecimento de como a vida evoluiu até o presente estágio. Nesse contexto, a datação de fósseis é essencial para que se possa traçar a linha evolutiva ao longo do tempo (e também para relacionar achados paleontológicos de locais distantes que se formaram na mesma época).
6. a) Espera-se que os alunos associem a palavra “teoria” com “proposta de explicação”. Embora as teorias aceitas tenham passado no “teste” de conseguir explicar os fatos conhecidos até a época presente, nada garante que novos fatos não possam surgir, fatos que eventualmente não sejam corretamente explicados ou previstos por elas. Assim sendo, uma teoria **não** é uma certeza absoluta.
- b) Não, pois, como comentado no item anterior, podem surgir novas evidências das quais a teoria não dê conta.

3. Considere as seguintes opiniões a respeito da evolução da espécie humana:

- I. O ambiente fez com que os ancestrais dos humanos fossem se esforçando para adquirir características necessárias à sobrevivência. Essas características, adquiridas durante a vida, foram transmitidas aos descendentes, ao longo de seguidas gerações, resultando na espécie humana que existe atualmente.
- II. O ambiente propiciou a sobrevivência dos indivíduos possuidores de características que os tornavam mais adaptados ao ambiente. Essas características foram transmitidas ao longo de muitas gerações, resultando na espécie humana atual.

a) Qual dessas opiniões é lamarckista e qual é darwinista?

b) Qual dessas opiniões é, atualmente, aceita pelos cientistas como mais adequada para explicar a evolução da espécie humana?

4. Determinada espécie de inseto verde vive sobre folhas verdes, alimentando-se delas. No ambiente há predadores desse inseto. Dos diversos descendentes de um casal dessa espécie de inseto, um deles apresentou cor nitidamente diferente do verde das folhas.

a) Pensando na sobrevivência (evitar ser alimento para os predadores), esse indivíduo apresenta uma característica que favorece ou atrapalha sua sobrevivência? Justifique.

b) Você acha que a seleção natural vai favorecer esse indivíduo? Por quê?

5. Explique qual é a importância do estudo dos fósseis para a Ciência e qual é a importância de os cientistas conseguirem determinar há quanto tempo um fóssil se formou.



Fóssil de peixe do período Cretáceo, encontrado na Bacia do Araripe, CE. Idade aproximada: 120 milhões de anos. comprimento: 15 cm

6. Os cientistas já elaboraram várias teorias sobre a origem da vida na Terra. Este capítulo apresentou uma das mais aceitas no meio científico.

a) Explique, com suas palavras, o que é uma **teoria**. A palavra “teoria” pode ser entendida como certeza absoluta?

b) Quando uma teoria científica é elaborada, o cientista que a elaborou pode esperar que ela seja definitiva? Explique.

7. Quando Darwin propôs a teoria da seleção natural, o material genético ainda não havia sido descoberto. Explique por que a descoberta desse material nos seres vivos contribuiu para reforçar a aceitação científica da teoria da seleção natural.



ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

TRECHO DE LIVRO

“Podemos duvidar [...] que os indivíduos com qualquer vantagem sobre os outros, ainda que pequena, têm maiores chances de sobreviver e procriar? Por outro lado, podemos ter certeza de que quaisquer variações que sejam prejudiciais, por pequenas que sejam, seriam rigidamente destruídas.

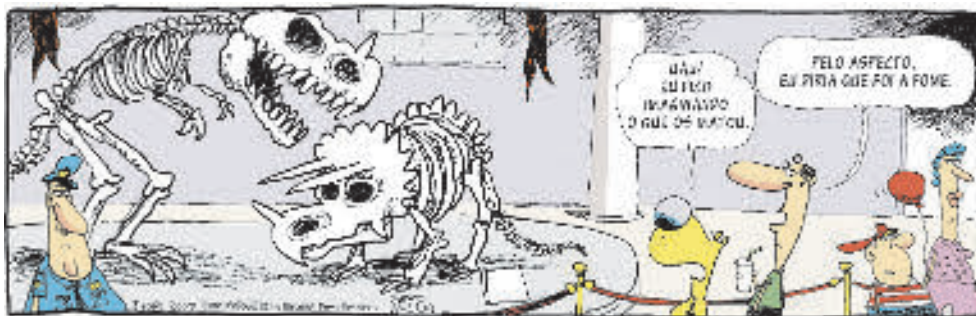
A essa preservação das variações favoráveis eu chamo **Seleção Natural**.”

Trecho do livro *A origem das espécies*, publicado em 1859.

1. a) Quem é o autor desse livro?

b) A seleção natural é uma explicação para qual processo natural?

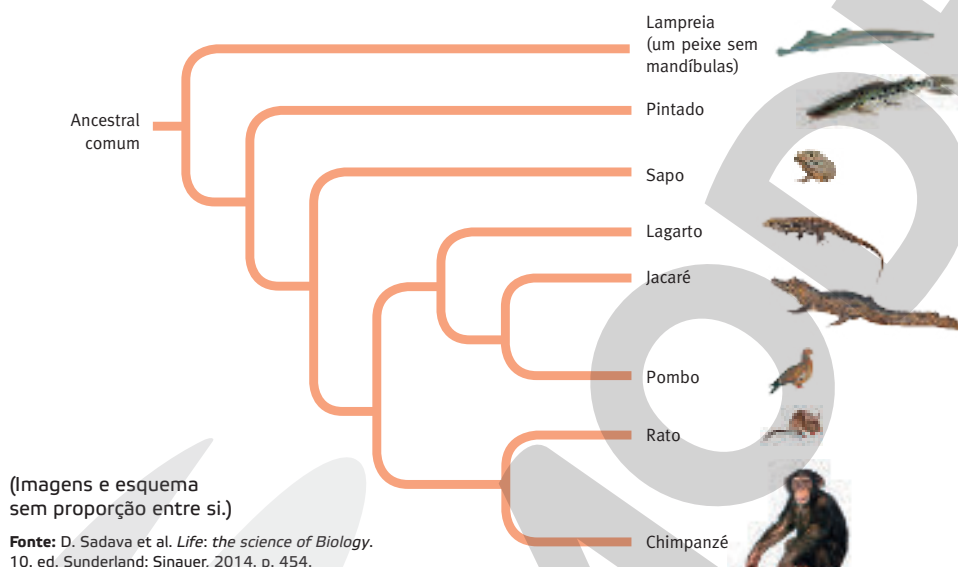
TIRINHA



2. Parece que o homem não compreendeu aquilo que está em exposição.
 - a) O que está em exposição?
 - b) O que o homem pensou que estava em exposição?

ÁRVORE FILOGENÉTICA

Responda às questões 3 a 6, considerando as espécies mostradas na árvore filogenética a seguir.



3. No decorrer da evolução, a linhagem de qual das espécies mostradas separou-se da linhagem das outras há mais tempo?
4. Qual das espécies mostradas tem maior semelhança com o rato?
5. Cite duas espécies que mais parentesco têm com o lagarto.
6. Qual é a espécie evolutivamente mais distante do chimpanzé?

7. Como parte de sua teoria, Darwin propôs que os descendentes herdam características dos pais, entre as quais estão as que permitiram que esses pais sobrevivessem até a idade adulta e se reproduzissem. Darwin, contudo, **não** explicou **como** acontece essa transmissão aos descendentes. A descoberta do material genético permitiu explicar que os descendentes não recebem diretamente as características dos pais, mas sim os genes que condicionam as características. A descoberta do material genético explica, portanto, como os descendentes podem ter características semelhantes às dos pais e reforça, assim, a explicação darwinista para a evolução.

Respostas do Explore diferentes linguagens

1. a) Charles Darwin
b) Evolução.
2. a) Esqueleto (fossilizado ou reconstruído a partir de fósseis) de dinossauros.
b) O organismo inteiro dos dinossauros.

Comentário sobre as atividades 3 a 6:

Enfatize aos estudantes como é interpretada uma árvore filogenética horizontal antes que eles iniciem a atividade. Lembre-os de que, nesse caso, a análise é feita da esquerda para a direita, a partir do ancestral comum situado à esquerda. A partir dele, deve-se percorrer os ramos, atendo-se às linhagens que se separam em cada bifurcação.

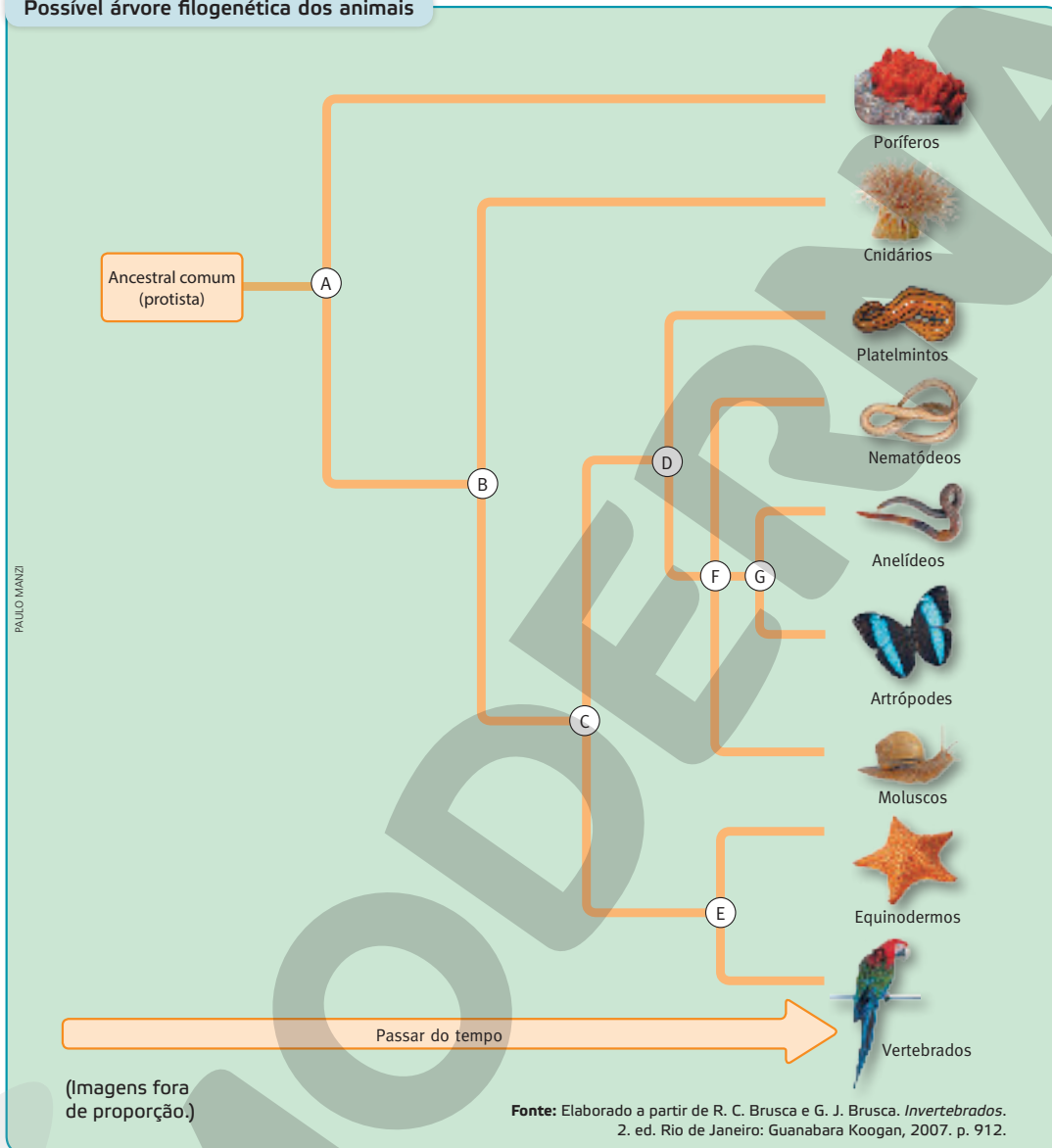
A seguir, estão exemplos de respostas esperadas.

3. A linhagem que originou o grupo das lampreias.
4. O chimpanzé.
5. O jacaré e o pombo.
6. A lampreia.

7. O grupo dos poríferos. A separação entre esse grupo e a linhagem que deu origem aos demais é indicada por (A).
8. A indicação (G).
9. Os equinodermos. A linhagem que deu origem aos vertebrados separou-se da que deu origem aos equinodermos na ramificação (E). Essa separação é mais recente do que as outras ramificações (A, B e C) pelas quais passou a linhagem que deu origem aos vertebrados.
10. O grupo dos anelídeos. As duas linhagens – a dos artrópodes e a dos anelídeos – separaram-se na ramificação (G), que é mais recente que as demais.

ÁRVORE FILOGENÉTICA

Possível árvore filogenética dos animais



Analisar a árvore filogenética acima e, a seguir, realizar as atividades no seu caderno.

7. Qual dos grupos mostrados se separou evolutivamente dos outros há mais tempo? Qual das indicações — (A), (B), (C) etc. — representa essa separação evolutiva?
8. Qual das indicações representa a separação evolutiva entre anelídeos e artrópodes?
9. Qual grupo de invertebrados pode ser considerado evolutivamente mais próximo dos vertebrados? Como você concluiu?
10. Qual grupo de invertebrados pode ser considerado evolutivamente mais próximo dos artrópodes? Como você concluiu?

TEXTO PARADIDÁTICO

Leia o texto abaixo e, em seguida, realize as atividades 11 a 16.

Extinções em massa

“[...] segundo os registros fósseis e os melhores cálculos científicos, os últimos dinossauros desapareceram da Terra subitamente há 65 milhões de anos. Essa extinção foi parte de um Armagedom ambiental digno do Livro do Apocalipse. Um meteorito gigante, incendiando-se ao atravessar a atmosfera, caiu na superfície do planeta. Seu impacto, próximo à atual península de Iucatán, no México, atirou *tsunamis* altos como montanhas contra as áreas litorâneas em torno, cuspidando para o alto da atmosfera uma imensa nuvem de pó. O choque ressoou pela crosta terrestre como o bater de um sino, deflagrando erupções vulcânicas em todo o planeta. A poeira ejetada escureceu o céu e alterou o clima global. Todos esses efeitos, em conjunto, tornaram as terras e os mares inabitáveis para a maioria das espécies vegetais e animais. Os cientistas marcam esse evento como o final da Era Mesozoica, a Idade dos Répteis, e o início da Era Cenozoica, a Idade dos Mamíferos.

A extinção no final da Era Mesozoica teve seus precedentes. Foi a quinta vez que ocorreu uma perturbação de tamanha magnitude na história da Terra durante os 400 milhões de anos anteriores. Houve muitos episódios menores nesse intervalo, mas aqueles cinco grandes eventos foram os que mais influenciaram a história da vida no planeta.

Agora, como resultado da atividade humana, teve início um sexto período de extinção. Embora não causado pela violência cósmica, seu potencial é suficiente para ser tão infernal como os cataclismos anteriores. Segundo estimativas feitas em 2004 por uma equipe de especialistas, apenas a mudança climática, se não for contida, poderá ser a causa primária da extinção de um quarto das espécies de plantas e animais terrestres nos meados deste século.

[...]”

Fonte: E. O. Wilson. *A criação: como salvar a vida na Terra*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008. p. 87-88.

11. Alguns filmes de ficção científica colocam homens pré-históricos caçando e combatendo dinossauros. Procure no texto deste capítulo ou em outra fonte de informação a época aproximada do aparecimento do ser humano, compare com as informações do texto apresentado acima sobre a extinção dos dinossauros e responda: tais filmes têm fundamentação científica? Explique.
12. Segundo o texto, qual é a explicação científica mais aceita para a extinção dos dinossauros?



ATIVIDADE

Tema para pesquisa

Pesquise mais sobre os dinossauros: onde viveram, seus hábitos, como se relacionavam com o ambiente, como os cientistas fazem as descobertas sobre eles etc.



HERSCHEL HOFFMEYER/SHUTTERSTOCK

Gravura mostrando concepção artística de um *Tyrannosaurus rex*. O comprimento do focinho à cauda podia chegar a 13 metros.

Tema para pesquisa

O tema proposto, *dinossauros*, agrada a alguns estudantes e desagradou a outros. Uma alternativa ao trabalho ou mesmo um estímulo àqueles que não apreciam o tema é assistir ao primeiro dos filmes da série Parque dos dinossauros (direção de Steven Spielberg, 1993, 123 min) e debatê-lo.

É mais uma oportunidade para retomar a ideia de que o ser humano não é o senhor da natureza.

O título original do filme, *Jurassic Park*, é uma clara alusão ao Período Jurássico, que correspondeu ao apogeu dos dinossauros.

Sobre a legenda da foto

Para maior noção do tamanho do animal, ressaltamos que o comprimento do *Tyrannosaurus rex* era maior que a distância da marca de pênalti à linha do gol, que mede 11 metros.

Respostas do Explore diferentes linguagens

(continuação)

11. Espera-se que os estudantes concluam que o ser humano apareceu (no Período Quaternário) milhões de anos **depois** da extinção dos dinossauros (no Período Cretáceo).
12. Um gigantesco meteorito teria caído na Terra e, como decorrência do impacto, levantou-se uma enorme nuvem de poeira, encobrendo a luz do Sol durante muito tempo. A falta de luz causou a morte de plantas e, consequentemente, de muitos herbívoros e de carnívoros que se alimentavam deles.

13. Sem luz suficiente, as plantas não fazem fotossíntese e, portanto, não produzem o próprio alimento.
14. As evidências fósseis são essenciais para os cientistas desvendarem fatos do passado, como, por exemplo, a vida dos dinossauros.
15. Ao descobrir a idade de determinada rocha, sabe-se há quanto tempo viveram os seres que nela ficaram fossilizados. Isso ajuda os cientistas a descobrir detalhes da história dos seres vivos.
16. Porque, na formação dos fósseis, as partes duras dos organismos, como as conchas, deixam marcas nas rochas em formação com muito mais facilidade do que as partes moles.

17. a) A indicação E, pois, de acordo com o gráfico, aconteceu há cerca de 65 milhões de anos.
- b) As indicações A, B, C e D (pois são anteriores a E). Ocorreram há cerca de 440 (A), 370 (B), 240 (C) e 200 (D) milhões de anos. (Esses valores são aproximados, devido à imprecisão da escala. Respostas próximas disso também são aceitáveis.)

Para seu conhecimento, as letras indicam as extinções em massa que ocorreram no final do Ordoviciano (A), do Devoniano (B), do Permiano (C), do Triássico (D) e do Cretáceo (E).

- c) A letra F, pois está indicada além do tempo presente.
18. 1. Erro – Os dinossauros eram herbívoros.

Correção – Nem todos os dinossauros eram herbívoros.

2. Erro – Dinossauros viveram no Período Pré-Cambriano.

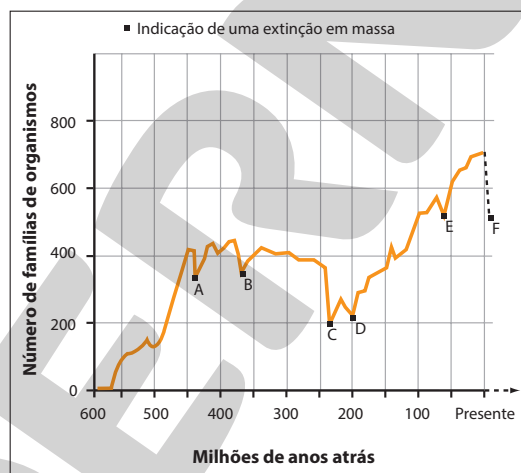
Correção – Os dinossauros viveram na Era Mesozoica (nos Períodos Triássico, Jurássico e Cretáceo).

13. Há uma passagem no texto que diz que a “poeira ejetada escureceu o céu”. Por que isso teria provocado a morte de muitas plantas?
14. Você vê alguma relação entre as informações sobre dinossauros presentes nesse texto e a importância dos fósseis? Explique.
15. Explique por que é importante para a Ciência conseguir determinar a idade de uma rocha.
16. Na mesma época dos dinossauros já existiam muitos seres vivos de corpo mole e com conchas protetoras (moluscos), como os atuais caramujos. Explique por que é mais fácil encontrar o fóssil da concha de um caramujo do que de seu corpo.

GRÁFICO

17. O gráfico ao lado mostra o número de famílias de organismos que habitaram a Terra nos últimos 600 milhões de anos. Note que esse número varia ao longo do tempo. Use o gráfico e as informações do texto anterior para responder às perguntas.

- a) Qual das letras — A, B, C, D, E, F — representa a extinção em massa que acabou, entre outros seres vivos, com os dinossauros? Como você concluiu isso?
- b) Quais das letras representam as quatro extinções em massa anteriores à extinção dos dinossauros? **Aproximadamente** há quanto tempo ocorreu cada uma delas?
- c) Qual das letras indicaria uma possível extinção em massa causada pela atividade humana?



Fonte: D. B. Botkin e E. A. Keller. *Environmental Science: Earth as a living planet*. 8. ed. Hoboken: John Wiley, 2011. p. 275. (Traçado e indicação F incluídos pelos autores.)

CONSULTE A TABELA

18. Leia o texto, que contém **5 ERROS**. Consulte as informações que achar importantes, neste livro e fora dele, para **identificar os erros** presentes no texto e indicar **como poderiam ser corrigidos**.

Dinossauros foram animais herbívoros, aparentados dos répteis, que viveram no Período Pré-Cambriano. Em sua época chegaram a ser as formas animais dominantes em ambiente terrestre, exibindo grande variedade de formas e tamanhos. Alguns atingiram tamanhos consideravelmente grandes, com vários metros de comprimento.

Foram extintos há cerca de 360 milhões de anos. Segundo a teoria científica mais aceita, o impacto de um meteorito contra a superfície terrestre teria levantado grande quantidade de

poeira na atmosfera, reduzindo a penetração da luz solar, extinguindo muitas plantas e, por consequência, muitos animais; entre eles, todos os dinossauros.

O ser humano está entre as espécies que sobreviveram à extinção em massa que eliminou os dinossauros.

Muitas espécies de seres vivos que existem atualmente evoluíram depois desse acontecimento. As plantas com flores, por exemplo, surgiram evolutivamente bem depois da extinção dos dinossauros.

3. Erro – Dinossauros foram extintos há 360 milhões de anos.
Correção – Dinossauros foram extintos há cerca de 65 milhões de anos.
4. Erro – O ser humano sobreviveu à extinção em massa que acabou com os dinossauros.
Correção – O ser humano surgiu evolutivamente bem depois da extinção dos dinossauros.
5. Erro – As plantas com flores surgiram após a extinção dos dinossauros.
Correção – As plantas com flores (angiospermas) surgiram no início da Era Mesozoica.

TIRINHAS



CAVIN & HOBBS, BILL WATTERSON © 1993 WATTERSON
DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

19. No segundo quadro, a fala do menino está baseada na seguinte ideia: “O ser humano descende do macaco”.

Essa ideia, embora comum, é **INCORRETA** do ponto de vista científico. Reescreva-a de modo a torná-la **CORRETA**.

As atividades 20 a 23 referem-se à tirinha abaixo, que se passa diante de uma escultura que reconstrói o hominídeo denominado Homem de Neandertal (ou, simplesmente, Neandertal), que alguns estudiosos preferem considerar uma espécie e denominar *Homo neanderthalensis*.

Utilize dicionário e outras fontes de informação para pesquisar e responder às perguntas.



FRANK & ERNEST, BOB THAVES © 2005 THAVES/DIST.
BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

20. O que é estudado pela Antropologia?
21. Em que época viveram os Neandertais? (Poderá haver divergência nas informações, dependendo das fontes consultadas.)
22. Qual é a origem do nome “de Neandertal”?
23. Ao pesquisar sobre o Homem de Neandertal, qual informação mais chamou sua atenção? Por quê?

Seu aprendizado não termina aqui

O uso incorreto e indiscriminado de antibióticos favorece a seleção de variedades de bactérias resistentes a eles. Isso vem dificultando o combate a determinadas doenças de origem bacteriana.

Que tal pesquisar mais sobre esse assunto? Inclua em sua busca de informações o grave problema das infecções hospitalares causadas por bactérias resistentes a antibióticos.

20. Ciência que estuda o ser humano em seus diversos aspectos, tais como origem, evolução, vida em sociedade e desenvolvimento físico, cultural e material.

21. É comum haver divergência nessas informações, de uma fonte para outra. Há quem coloque o surgimento dos Neandertais por volta de 250 mil anos atrás e seu desaparecimento há cerca de 30 mil anos (MAYR, E. *O que é evolução*. Rio de Janeiro: Rocco, 2009. p. 288.) ou seu aparecimento entre 100 mil e 200 mil anos atrás e sua extinção há cerca de 28 mil anos (DAWKINS, R. *A grande história da evolução*. São Paulo: Companhia da Letras, 2009. p. 88-89.). Outras fontes poderão apresentar outros dados. Esta atividade possibilita ao professor introduzir noções sobre pesquisas arqueológicas e paleontológicas. Também permite comentar que existem incertezas envolvidas em processos de datação, que diferentes grupos de cientistas fazem inferências diferentes e podem trabalhar com amostras diferentes. Também, dependendo da espécie em estudo, existem dificuldades relacionadas à pequena quantidade de achados fósseis.

22. *Neandertal*, em alemão, significa Vale de Neander. Trata-se de um dos locais em que foram encontradas amostras fósseis do hominídeo que ficou conhecido como Homem de Neandertal.

Professor, o Vale de Neander, por sua vez, foi assim chamado por causa de Joachim Neander, compositor e pastor luterano do século XVII.

23. Resposta pessoal.

19. Uma maneira de tornar a frase correta é: O ser humano e o macaco descendem de um ancestral comum.

Sobre as atividades 20 a 23 do Explore diferentes linguagens:

Essas atividades constituem-se em outra oportunidade para continuar a atuação interdisciplinar com História, que foi proposta no item 7 deste capítulo (veja comentários nas seções *Tema para pesquisa e Interdisciplinaridade*, na página 231 deste Manual do professor).

Sobre a foto de abertura

Aproveite as perguntas da legenda para verificar se algum estudante já ouviu falar da Ilha de Páscoa e das suas estátuas de pedra, denominadas *moais* (lê-se “moáis”).

Aproveite o texto da seção *Motivação*, que abre o capítulo, para incentivar os alunos a procurar na internet outras fotos dessa localidade e dessas esculturas.

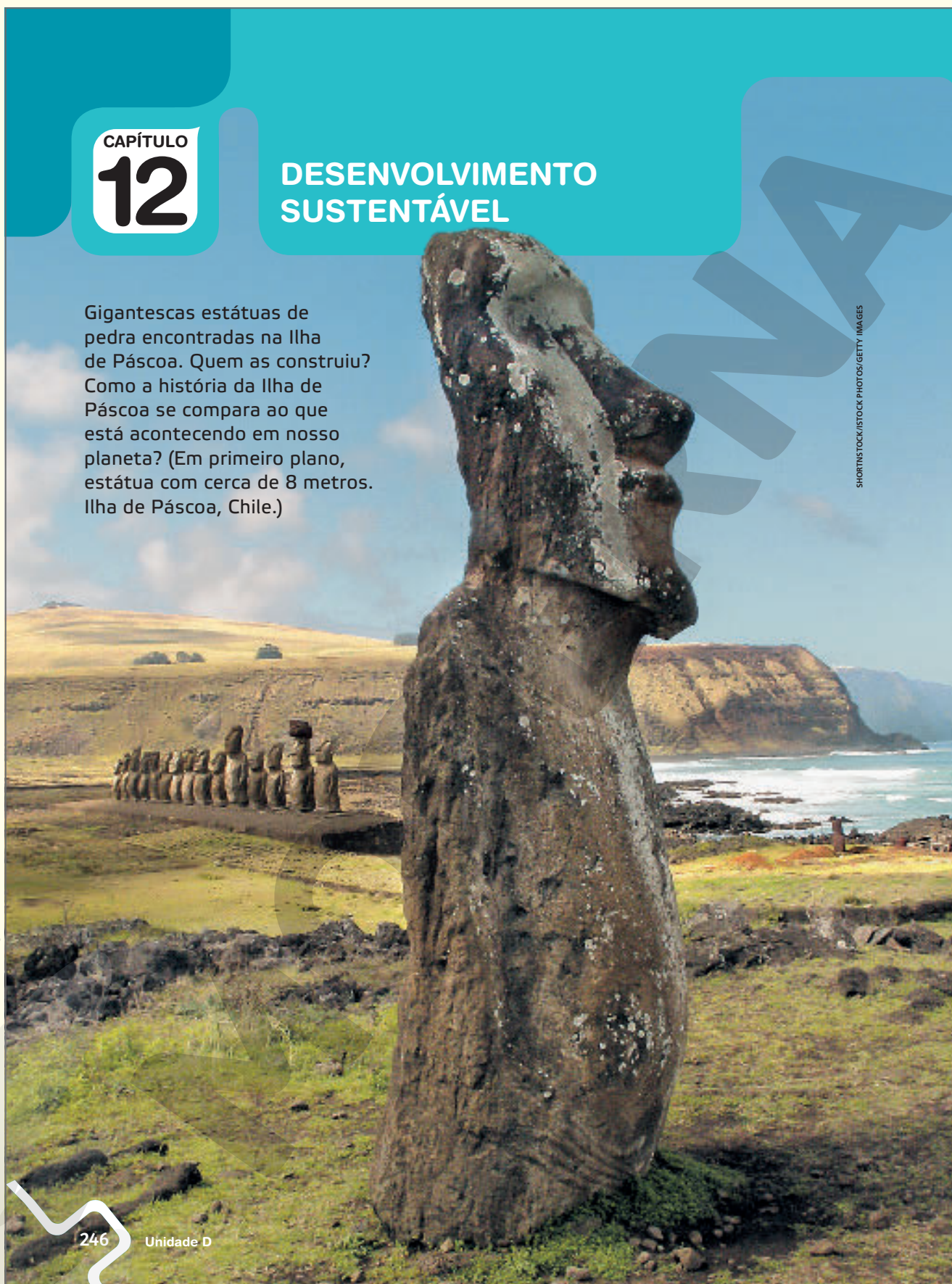
O tema proposto no quadro *Para discussão em grupo* da página 249 (no item 1) evidenciará qual é a comparação pretendida ao descrever o colapso que ocorreu na Ilha de Páscoa logo no início deste capítulo.

A seu critério, os estudantes poderão realizar uma produção com textos e imagens sobre esse paralelo entre a Terra e a Ilha de Páscoa na atividade de encerramento desta unidade (veja comentário na página 262 deste Manual do professor).

CAPÍTULO 12

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Gigantescas estátuas de pedra encontradas na Ilha de Páscoa. Quem as construiu? Como a história da Ilha de Páscoa se compara ao que está acontecendo em nosso planeta? (Em primeiro plano, estátua com cerca de 8 metros. Ilha de Páscoa, Chile.)



SHORTISTOCK/ISTOCK PHOTOS/GETTY IMAGES

MOTIVAÇÃO

Em destaque

Ilha de Páscoa: lição silenciosa

“Sempre presentes na paisagem, os imensos moais são testemunhas de erros que não podemos repetir: superlotação e superexploração dos recursos naturais, causas do declínio e da autodestruição da civilização Rapa Nui

Durante muitos anos, os moradores da Ilha de Páscoa acreditaram que estavam sozinhos no mundo. E, de certa forma, estavam mesmo. Durante pelo menos mil anos, a civilização *Rapa Nui* — nome que os moradores davam a si mesmos e à ilha — desenvolveu-se sem contato com os continentes, num pequeno triângulo de 170 km² de terra, no Oceano Pacífico, a 3.700 quilômetros da costa da América do Sul. Eles conseguiram criar um mundo particular, com religião, tecnologia e escrita próprias, uma civilização que floresceu e ruiu rapidamente. Os *rapa nui* só não imaginavam que suas façanhas e seus erros seriam tomados como exemplo da capacidade de autodestruição do homem exatamente por quem eles pensavam não existir: nós.

Quando o navegador holandês Jacob Roggeveen avistou uma ilha não assinalada no mapa, em 5 de abril de 1722 — um domingo de Páscoa, origem do nome ocidental —, encontrou 2 a 3 mil moradores malnutridos e uma paisagem devastada. [...]

Como o declínio teve início, ninguém sabe ao certo. É um mistério testemunhado apenas pelos *moais*, as gigantescas estátuas que fazem da ilha um dos lugares mais fascinantes do mundo. Mas estas estão condenadas ao silêncio da pedra.

Juntar pistas para a reconstituição dessa história exige muita paciência. E persistência. Em 200 anos de pesquisa, os arqueólogos costuraram algumas constatações científicas com o fio tênue da tradição oral, único canal de transmissão de conhecimento ao longo dos anos, de geração em geração. As teses cientificamente mais aceitas apontam para uma sequência de problemas ambientais, alguns naturais, outros provocados ou

agravados pelo homem. Os escassos recursos da ilha teriam sido consumidos por excesso de população. Os bosques foram devastados e as nascentes se esgotaram. A fome trouxe doenças e guerras. Há indícios até de canibalismo, resultante da falta de comida.

[...]

Segundo os cálculos dos arqueólogos, a história *rapa nui* começa por volta do século IV com a chegada dos primeiros homens, vindos das Ilhas Marquesas (Polinésia Francesa). Essa colonização é o primeiro de uma série de acontecimentos fantásticos que emprestam à Ilha de Páscoa uma vocação para o mistério: além de navegar por milhares de quilômetros em canoas pequenas e precárias, os pioneiros fizeram um caminho improvável, pois as correntes marinhas do Oceano Pacífico, naquela região, seguem na direção contrária, de leste para oeste. [...]



Não se sabe ao certo a época em que as estátuas da Ilha de Páscoa, os *moais*, foram esculpidas, mas estima-se que tenham sido na mesma época em que a Europa vivia a Idade Média. (Ilha de Páscoa, Chile.)

Principais conteúdos conceituais

- Breve histórico do colapso ocorrido na Ilha de Páscoa
- Conceituação de desenvolvimento sustentável
- Principais obstáculos à sustentabilidade
- Unidades de conservação e sua relevância
- Recursos renováveis e recursos não renováveis
- Problemas agravados pelo crescimento populacional
- Consumo consciente, bem-estar, ética e cidadania

Partindo de um exemplo concreto — a história da Ilha de Páscoa —, o capítulo comenta consequências da exploração descontrolada dos recursos naturais.

O capítulo aborda o conceito de **desenvolvimento sustentável**, retoma os conceitos de recursos naturais (diferenciando os que são renováveis daqueles que não são renováveis, distinção já trabalhada no volume anterior ao desenvolver as habilidades EF08CI01 e EF08CI05 da BNCC), comenta os problemas que se constituem em desafios para que a humanidade atinja o desenvolvimento sustentável e indica uma série de procedimentos que os cidadãos, de modo individual, e a sociedade, como um todo, devem incorporar para favorecer a sustentabilidade.

As habilidades EF09CI12 e EF09CI13 da BNCC, comentadas mais à frente, são desenvolvidas neste capítulo.

Conteúdos procedimentais sugeridos

- Ler um texto sobre a história da Ilha de Páscoa e interpretá-lo à luz do conceito de desenvolvimento sustentável.
- Redigir um artigo de jornal que aborde a poluição do ar, da água e do solo, analise suas principais consequências e apresente soluções ao alcance da sociedade.

A história da Ilha de Páscoa, investigada por arqueólogos, ilustra a urgência de repensar a maneira como a atual sociedade explora os recursos naturais.

Não se espera, entretanto, que os alunos compreendam a essência do texto da abertura do capítulo na primeira vez em que o leiam. Neste último capítulo da obra, enfatizamos, mais uma vez, a habilidade de ler e interpretar um texto, importante competência para todo cidadão.

Sugerimos que o professor, mais uma vez, explicita a importância de ser um bom leitor e que proponha aos alunos lerem novamente o texto sobre a Ilha de Páscoa após terminarem o estudo do capítulo, quando da realização da atividade *Isso vai para o nosso blog!*, no encerramento desta unidade.

A redação de artigo para jornal, outro conteúdo procedimental elencado para este capítulo, consta da *Sugestão de atividade* apresentada na página 255.

A ilha tem 23 km de comprimento e 11 km de largura. A forma de triângulo é marcada por 3 vulcões principais, todos eles acessíveis, cada um com uma característica especial. [...] Ranu Raraku, a leste, forneceu a matéria-prima para a ‘marca registrada’ da ilha: a rocha usada na construção das estátuas. [...]

[...] No total, são quase mil estátuas, de 4 a 8 metros de altura, pesando entre 8 e 15 toneladas. A maioria está disposta em linhas de 3 a 15 monólitos sobre altares ao ar livre, de costas para o oceano, de queixo alto e olhos voltados para cima.

[...]

As estátuas não representam deuses; designam pessoas. Talvez por isso sejam a imagem mais dramática de uma civilização que fez maravilhas e pagou com a própria existência pelos crimes contra o meio ambiente. Eretos sobre os altares ou caídos de nariz ao chão, os *moais* não falam. Mas, para quem quer entender a lição, dizem o bastante.”

Fonte do texto: D. Martins, *Terra da Gente*, set. 2007, p. 55-59.



Localização da Ilha de Páscoa



Cerca de 200 *moais* estão ou estiveram em pé na linha costeira ou ao redor da cratera de um antigo vulcão inativo. Pelo menos 700 foram abandonados nas pedreiras ou no caminho entre as pedreiras e a costa. São lembranças de uma sociedade que não explorou corretamente o ambiente e sofreu as consequências disso. (Ilha de Páscoa, Chile.)

A Ilha de Páscoa situa-se no Pacífico Sul, a leste da Polinésia e a oeste da América do Sul. Desde 1888, a ilha pertence ao Chile.

Fontes do mapa: G. M. L. Ferreira. *Atlas Geográfico: espaço mundial*. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010. p. 65; D. B. Botkin e E. A. Keller. *Environmental Science: Earth as a living planet*. 8. ed. Hoboken: John Wiley, 2011. p. 18.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

1 Desenvolvimento sustentável

Há inúmeras evidências de que os seres humanos continuam cometendo, no mundo todo, os mesmos erros dos nativos da Ilha de Páscoa. No passado, houve exploração abusiva dos recursos naturais — tais como petróleo, carvão mineral, minérios, madeira —, porque eles eram relativamente abundantes e baratos. Essa exploração ainda acontece, e suas consequências já aparecem com muita clareza. O desmatamento acentuado, a extinção de espécies, a perda da fertilidade do solo, a poluição do ar e da água são apenas alguns exemplos. Colocando a questão em outras palavras, a atual sociedade humana **não** apresenta um **desenvolvimento sustentável**.

A expressão “desenvolvimento sustentável” pode ser entendida como desenvolvimento econômico e material que leve em conta as consequências das atividades humanas sobre o ambiente e utilize de recursos naturais que possam ser renovados, para que não haja degradação do ambiente ou esgotamento desses recursos. Para que uma sociedade se desenvolva de modo sustentável, ela deve praticar atitudes que atendam não apenas às suas necessidades, mas também às necessidades das futuras gerações.



ATIVIDADE

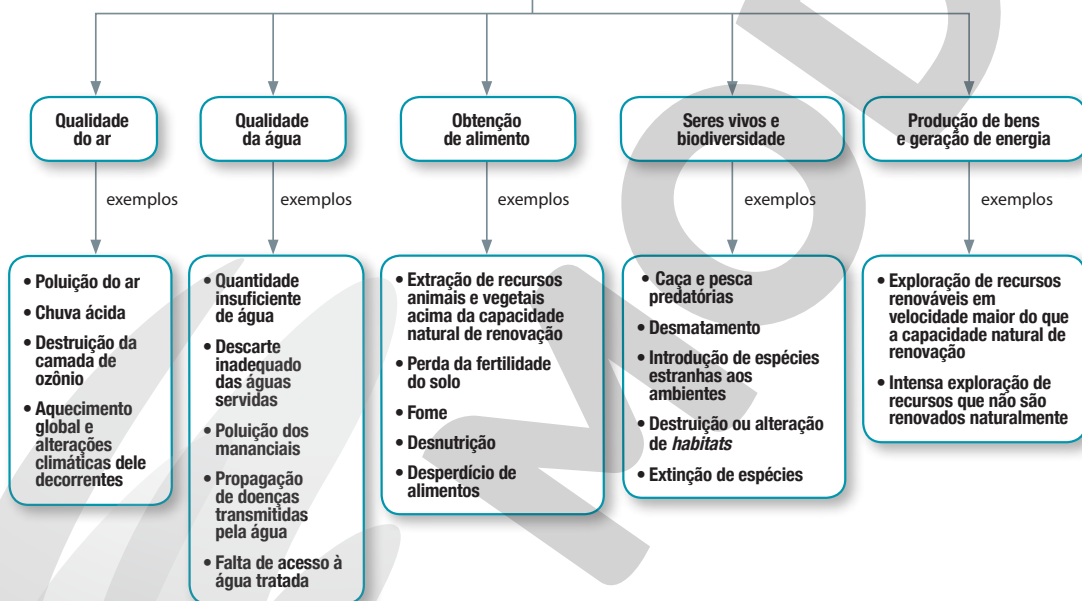
Para discussão em grupo

Os recursos naturais da Ilha de Páscoa foram explorados exaustivamente pela população. Que lições podemos aprender com o ocorrido nessa ilha? Se os habitantes estivessem conscientes do que iria acontecer no futuro, a tragédia poderia ter sido evitada?

O que aconteceu com a Ilha de Páscoa pode acontecer com o planeta Terra?

Desafios para estabelecer o desenvolvimento sustentável da sociedade humana

estão relacionados, entre outros fatores, a



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

Interdisciplinaridade

A abordagem do tema **desenvolvimento sustentável** será enriquecida pela atuação conjunta com Geografia, pois há grande intersecção com temas tradicionalmente tratados naquela disciplina. Dois aspectos que merecem sua atenção são comentados em notas nos itens 4 e 6 deste capítulo.

• EF09CI13

“Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.”

O *Trabalho em equipe* dessa página possibilita utilizar competências adquiridas ao longo do curso de Ciências da Natureza do Ensino Fundamental II, a fim de analisar desafios ao desenvolvimento sustentável, coletar informações e fotografias a respeito deles e propor soluções.

Estimule os estudantes para que incluam na atividade problemas ambientais da cidade ou da comunidade e enfatize a importância da proposição de atitudes individuais e também de iniciativas coletivas que sejam relevantes para resolver os problemas descritos e analisados.

Ressalte que as propostas devem ser justificadas e que, com esse intuito, é oportuno embasar as sugestões em experiências exitosas de movimentos de consumo consciente. Também com a finalidade de argumentação em favor de suas propostas, incentive-os a relatar ações de sustentabilidade já realizadas em outras localidades e que tiveram resultados positivos.

Seu estímulo aos estudantes é fundamental para que se empenhem. A intenção, nessa atividade, é submeter os estudantes a uma situação de aprendizagem que, “partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções” (BNCC, 2017, p. 320).

Diga aos estudantes que o material produzido será parte da atividade de encerramento desta unidade. Assim sendo, eles devem produzir o material de modo a propiciar a publicação no *blog* da equipe.



ATIVIDADE

Trabalho em equipe

Cada equipe deve escolher pelo menos um dos cinco desafios apresentados na página anterior e reunir informações e fotografias sobre esse desafio e sobre ações sustentáveis bem-sucedidas para enfrentá-lo(s). Em seguida, o grupo deve elaborar um texto em que constem problemas ambientais da região onde mora, com seus aspectos e questões particulares. O texto também deve propor iniciativas individuais e coletivas para solucionar os problemas descritos com fundamentação nas ações sustentáveis bem-sucedidas pesquisadas.

Desmatamento na Amazônia, exemplo de intervenção humana que produz tristes resultados. Na foto, um oficial de polícia inspeciona uma árvore derrubada ilegalmente na Floresta Amazônica. (Novo Progresso, PA, 2013.)



NACHO DOCE/REUTERS/LATINSTOCK

De modo geral, podemos dizer que na época atual o desenvolvimento da humanidade **não é sustentável**. Isso acontece porque a população mundial retira da natureza uma quantidade de recursos maior do que a ela é capaz de repor. E também porque lança no ambiente uma quantidade de resíduos maior do que a natureza é capaz de decompor e reintegrar ao ciclo natural de matéria existente nos ecossistemas.

Elaborar estratégias para que a sociedade se desenvolva de modo sustentável é o grande desafio, provavelmente o maior, do século XXI. Não estar atento a esse fato é submeter a humanidade a um futuro que repetirá, em escala global, o que ocorreu na Ilha de Páscoa.

2 Ação humana e desequilíbrios ambientais

Nos ecossistemas existe uma complexa relação de dependência dos seres vivos entre si e destes com os fatores não vivos do ambiente. A atividade humana pode interferir nessas relações e impedir o ecossistema de se recompor.

Redução do solo fértil

Para exemplificar, vamos considerar o desmatamento da Floresta Amazônica. A atuação dos decompositores sobre resíduos — que na sua maioria são restos de plantas — deixa no solo nutrientes necessários às plantas. Com o desmatamento, várias plantas de uma área deixarão de existir. Consequentemente, os decompositores deixarão de obter alimento, pois não haverá resíduos para utilizarem em sua nutrição, e morrerão. Enquanto o solo estiver desprotegido pela ausência de vegetação, a chuva e o vento podem facilmente carregar para longe a camada superior do solo, que contém nutrientes necessários às plantas. Sem nutrientes no solo e sem decompositores, a mata das regiões vizinhas não se expande em direção ao terreno desflorestado, pois o solo perdeu sua fertilidade.

Ainda que o ser humano introduza novas plantas nesse local, pode ser que não existam nutrientes em quantidade suficiente no solo para que elas se desenvolvam. Essa sequência de eventos frequentemente acontece quando se derruba uma floresta para transformá-la em campo agrícola. Pior ainda é o que ocorre em muitos terrenos agrícolas já existentes, que, manejados inadequadamente, sofrem erosão e perdem a fertilidade.

A **redução da quantidade de solo fértil** em vários locais do mundo é um dos claros indicadores de que o desenvolvimento de nossa sociedade **não é sustentável**.

Ao final do item 2, propo-
nha aos estudantes as ativi-
dades 1 e 2 do *Explore dife-
rentes linguagens*.

Introdução de uma espécie onde ela não existe

Outro caso de intervenção do ser humano no ambiente que pode ser problemático é a introdução de uma espécie onde ela não existe naturalmente. Um exemplo aconteceu na Austrália, onde não havia lebres até meados do século XIX. Nessa época, colonizadores ingleses resolveram levar para lá alguns poucos casais de uma espécie conhecida como lebre europeia. Há quem diga que a intenção era ter um animal ágil e rápido que pudesse ser usado nas caçadas esportivas em lugar da raposa, que não existia naquele país.

Na Austrália, não havia carnívoros suficientemente ágeis e rápidos para caçar essas lebres. Por isso, em pouco tempo a população desses animais aumentou assustadoramente e eles passaram a devorar a vegetação nativa e a invadir as plantações, devastando-as. Mesmo após várias tentativas para eliminar as lebres da Austrália, ainda hoje elas representam um problema ambiental naquele país.

As espécies introduzidas em um ecossistema de forma intencional ou acidental são chamadas **espécies invasoras** ou **espécies exóticas** e oferecem riscos a esse ecossistema.

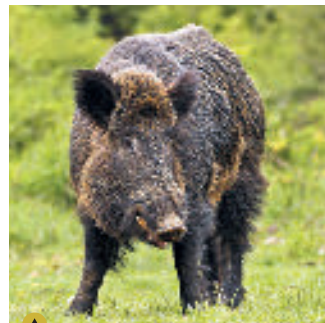
Substituição da vegetação nativa

Outro exemplo de intervenção humana no ambiente é observado em locais do Brasil onde a vegetação do Cerrado foi substituída por plantações de eucalipto destinadas à produção de madeira e de papel. Nessas novas florestas — que, de fato, são apenas plantações cultivadas pelo ser humano —, as formigas saúvas continuam encontrando condições favoráveis para o seu desenvolvimento. Porém, alguns de seus predadores naturais, como tamanduás e algumas espécies de aves, não conseguem sobreviver nos eucaliptais e acabam morrendo ou fugindo para outras regiões onde há vegetação de Cerrado. Sem predadores, o resultado é a multiplicação descontrolada de saúvas, que se transformam em praga.

Outros exemplos

Ainda no Brasil, podemos citar vários outros casos de intervenções humanas no ambiente que se mostraram desastrosas. A destruição dos manguezais em vários pontos do litoral vem interferindo na procriação de muitas espécies marinhas. A derrubada da Mata Atlântica, reduzida a menos de 10% do que existia em 1500, vem alterando o regime de chuvas em vários pontos do litoral, o que já provocou a extinção de inúmeras espécies. O despejo de esgotos e de resíduos industriais em rios vez ou outra provoca a mortalidade de grandes quantidades de peixes, como você provavelmente já pôde acompanhar nos noticiários.

A **ação agressiva do ser humano** pode causar sérios problemas ambientais, a ponto de os ecossistemas não mais recuperarem o equilíbrio.



VEPAP/SHUTTERSTOCK

O javali é nativo da Ásia, Europa e norte da África. Animais da espécie foram trazidos ao Brasil por criadores. Alguns escaparam e, no ambiente natural, transformaram-se em praga. Essa espécie invasora devasta plantações, compete com outros animais e pode até atacar pessoas.

comprimento: 2 m



RUBENS CHAVES/PULSAR IMAGENS

À nossa volta podemos encontrar inúmeros exemplos de intervenções humanas no ambiente. (Na foto, lixo descartado no ambiente, em Careiro da Várzea, AM. 2014.)

De olho na BNCC!

• EF09CI12

“Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.”

No *Trabalho em equipe* que é proposto nessa página, os estudantes tomarão contato, mediante pesquisa, com os tipos de Unidades de Conservação e perceberão que eles variam quanto aos objetivos e formas permitidas de uso (isto é, atividades que são autorizadas em sua área).

No texto da seção *Aprofundamento ao professor* indicado abaixo, há informações sobre a classificação das Unidades de Conservação, os objetivos de cada um e as atividades neles permitidas.

Essas informações são disponibilizadas no sítio do Ministério do Meio Ambiente e os estudantes têm acesso a elas mediante busca na internet.

Espera-se que, por meio da atividade, eles consigam perceber a relevância de tais unidades para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, e que expressem essa importância nos textos produzidos.

Também é parte da expectativa dessa atividade que os alunos percebam que algumas das unidades permitem a prática do extrativismo às populações locais, o que é relevante para a cultura e a sobrevivência dessas comunidades.

Informe às equipes que sua produção será postada no *blog* de Ciências no encerramento desta unidade e solicite que a elaboração já leve isso em consideração.

Aprofundamento ao professor

Veja, na parte inicial deste Manual do professor, na seção *Aprofundamento ao professor*, o texto “O que são as unidades de conservação?”.



ATIVIDADE

Trabalho em equipe

De acordo com a legislação, as unidades de conservação dividem-se em **Unidades de Proteção Integral** e **Unidades de Uso Sustentável**.

Pesquise qual é o principal objetivo de cada uma dessas unidades, em que categorias se subdividem e quais atividades são permitidas nessas diferentes categorias.

Também como parte desta atividade, elaborem um texto justificando a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades, as populações humanas e atividades a eles relacionadas.

3 A importância das unidades de conservação

A ocupação desordenada do espaço nacional pelo ser humano traz consequências por vezes desastrosas, como a degradação do ambiente e a extinção de espécies. Muitas já foram extintas sem sequer terem sido estudadas pelos cientistas.

A fim de diminuir esses problemas, foram elaboradas leis ambientais que regem a ocupação do espaço, visando permitir a ocupação e a exploração do ambiente sem sua destruição. Por meio delas foram criadas as **unidades de conservação ambiental**, que têm por meta a conservação de áreas com grande valor ecológico.

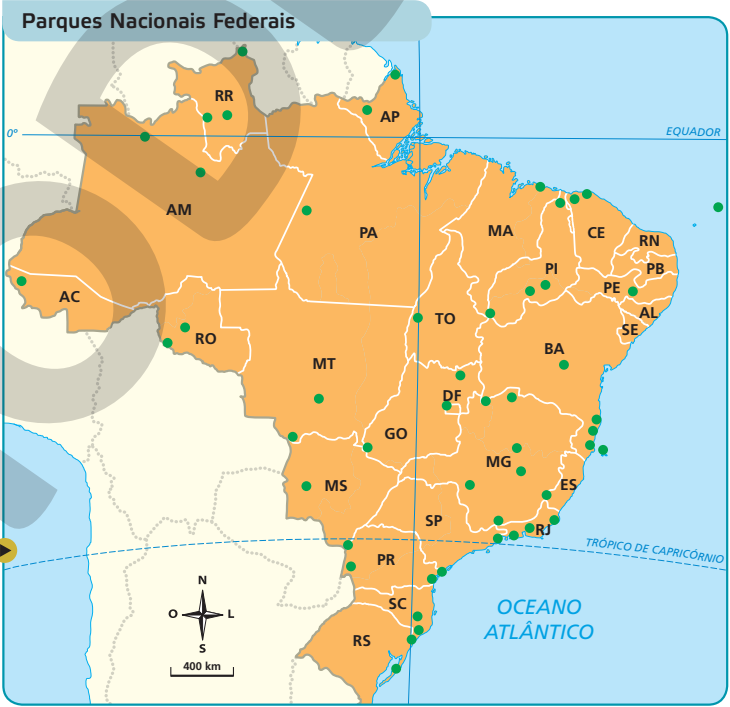
A legislação prevê vários tipos diferentes dessas unidades. Algumas são mantidas pelo governo federal, outras pelos governos estaduais e outras, ainda, por entidades particulares. São estações ecológicas, reservas biológicas, parques nacionais, refúgios da vida silvestre etc. Cada um desses tipos está sujeito a leis específicas que permitem, ou não, certas atividades na sua área.

A mais antiga dessas unidades é o Parque Estadual de Cataguases, em Minas Gerais, que foi criado em 1932. O mais antigo dos parques mantidos pelo governo federal é o Parque Nacional de Itatiaia, criado em 1937, que abrange áreas de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Longe de serem obstáculos ao progresso, as unidades de conservação ambiental tornam possíveis a conservação da biodiversidade e as pesquisas científicas, além de gerar recursos decorrentes do turismo.

Localização dos Parques Nacionais Federais, um subtipo de unidade de conservação ambiental.

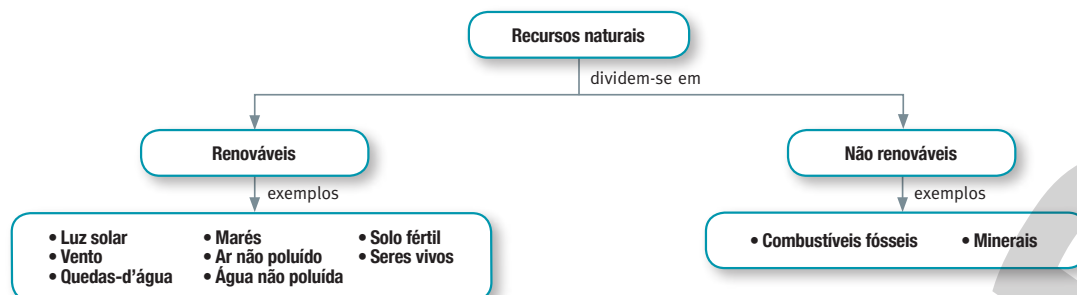
Fonte do mapa: Elaborado com base em: IBGE. *Atlas geográfico escolar*. 7. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. p. 106.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

4 Recursos renováveis e recursos não renováveis

Recurso natural é tudo aquilo que existe na natureza e que pode ser utilizado pelo ser humano para suprir suas necessidades. A madeira das florestas, a água doce, a luz solar, as quedas-d'água, os minerais, os combustíveis fósseis e os peixes de lagos, rios e oceanos são exemplos de recursos naturais.



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

Alguns desses recursos são **renováveis**, isto é, são produzidos por mecanismos naturais e, portanto, repostos naturalmente. Exemplos de recursos naturais renováveis são a luz solar, o vento, as quedas-d'água, entre outros.

Muitos dos recursos naturais renováveis só podem ser adequadamente renovados se forem explorados pela humanidade em uma velocidade suficientemente baixa para que permita a reposição natural. Esse é o caso do solo fértil, das reservas de água potável, do ar isento de poluição, da madeira e dos peixes.

Já os recursos naturais **não renováveis**, ou **esgotáveis**, são aqueles que existem na natureza em quantidade finita e que a natureza demora muitos milhões de anos para produzir. É o caso do petróleo, do carvão mineral e dos minérios. Se o ser humano explorar a jazida de um desses recursos até a exaustão, ela não será renovada pela natureza para nosso uso.

Os minerais são recursos não renováveis. (Na foto, jazida de minério de ferro em Itabira, MG. 2014.)

A madeira é um recurso natural renovável. Na foto, caminhão com toras de madeira certificada. (Rio Branco, AC. 2012.)

JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS



Capítulo 12 • Desenvolvimento sustentável

253

Interdisciplinaridade

A Geografia também trata dos conceitos de recursos naturais renováveis e não renováveis. Verifique com o professor dessa área se o tema já foi abordado e como foi a abordagem, pois isso favorecerá seu planejamento pedagógico para este capítulo. Além disso, caso seja oportuno, o colega de Geografia pode atuar em conjunto, retomando saberes já adquiridos pelos alunos.

Atividades

Ao final dessa página, podem ser propostas aos estudantes as questões 1 a 3 do *Use o que aprendeu*.

Amplie o vocabulário!

Redações possíveis, considerando o nível de compreensão atual dos estudantes:

recurso natural renovável

Fonte natural de material ou de energia (recurso natural) que é reabastecida continuamente por processos naturais. A conservação de tais recursos envolve um compromisso entre a velocidade de sua exploração pela humanidade e a velocidade com que são renovados pela natureza. Exemplos: luz solar, ventos, marés, solo fértil, água não poluída e seres vivos.

recurso natural não renovável

Fonte natural de material ou de energia que contém uma quantidade finita daquilo que se deseja explorar e pode, consequentemente, acabar. Exemplos: minerais, petróleo e carvão mineral.

desenvolvimento sustentável

Desenvolvimento que visa a oferecer melhores condições de vida à população, mas realizado de modo que não comprometa a qualidade de vida das futuras gerações. Inclui a conservação dos ambientes naturais, a exploração sensata dos recursos naturais e a minimização da poluição.

Em destaque

Reduzir, reutilizar, reciclar

Ao usar recursos naturais como matéria-prima, o sistema produtivo industrial está explorando o ambiente.

Alguns dos recursos usados, como o ar, os seres vivos, a água e o solo, são renováveis, desde que explorados corretamente e de modo sustentável. Outras dessas fontes, entretanto, não são renováveis, como os minerais, o petróleo e o carvão mineral.

A necessidade que a sociedade tem (que **nós** temos) de usar recursos materiais propõe um grande desafio para o futuro. Os recursos não renováveis podem se esgotar e os recursos renováveis têm sido explorados, em geral, acima da capacidade que a natureza tem para renová-los.

Buscar alternativas para acabar com a exploração descontrolada de matérias-primas é um desafio urgente para a sociedade e todo cidadão pode contribuir para isso com simples mudanças em suas atitudes:

- **Refletindo** sobre a real necessidade de consumo;
- **Recusando** comprar coisas desnecessárias ou cuja produção e uso agridam o ambiente;
- **Reduzindo** o uso de recursos (especialmente os não renováveis) e, quando for realmente necessário consumi-los, priorizar o uso de recursos renováveis;
- **Reutilizando** objetos ao máximo;
- **Reciclando** materiais, como plástico, metal, papel e vidro.

A-Z

ATIVIDADE

Amplie o vocabulário!

Hora de debater o significado de cada conceito, redigi-lo com nossas palavras e incluí-lo no nosso blog.

- recurso natural renovável
- recurso natural não renovável
- desenvolvimento sustentável

Observe esta foto, tirada no corredor de um shopping center em São Paulo (2014), e reflita sobre a relação entre recursos naturais e hábitos de consumo.



RONNY SANTOS/FOLHAPRESS

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Em destaque

Conheça os 12 princípios do consumo consciente

“Consumir com consciência é consumir diferente, tendo no consumo um instrumento de bem-estar e não um fim em si mesmo.”

1. Planeje suas compras

Não seja impulsivo nas compras. A impulsividade é inimiga do consumo consciente. Planeje antecipadamente e, com isso, compre menos e melhor.

2. Avalie os impactos de seu consumo

Leve em consideração o meio ambiente e a sociedade em suas escolhas de consumo.

3. Consuma apenas o necessário

Reflita sobre suas reais necessidades e procure viver com menos.

4. Reutilize produtos e embalagens

Não compre outra vez o que você pode consertar, transformar e reutilizar.

5. Separe seu lixo

Recicle e contribua para a economia de recursos naturais, a redução da degradação ambiental e a geração de empregos.

6. Use crédito conscientemente

Pense bem se o que você vai comprar a crédito não pode esperar e esteja certo de que poderá pagar as prestações.

7. Conheça e valorize as práticas de responsabilidade social das empresas

Em suas escolhas de consumo, não olhe apenas preço e qualidade. Valorize as empresas em função de sua responsabilidade para com os funcionários, a sociedade e o meio ambiente.

8. Não compre produtos piratas ou contrabandeados

Compre sempre do comércio legalizado e, dessa forma, contribua para gerar empregos estáveis e para combater o crime organizado e a violência.

9. Contribua para a melhoria de produtos e serviços

Adote uma postura ativa. Envie às empresas sugestões e críticas construtivas sobre seus produtos/serviços.

10. Divulgue o consumo consciente

Seja um militante da causa: sensibilize outros consumidores e dissemine informações, valores e práticas do consumo consciente. Monte grupos para mobilizar seus familiares, amigos e pessoas mais próximas.

11. Cobre dos políticos

Exija de partidos, candidatos e governantes propostas e ações que viabilizem e aprofundem a prática do consumo consciente.

12. Reflita sobre seus valores

Avalie constantemente os princípios que guiam suas escolhas e seus hábitos de consumo.”

Fonte: Instituto Akatu. Disponível em: <<https://www.akatu.org.br/noticia/conheca-os-12-principios-do-consumo-consciente/>> (acesso: abr. 2018).



Quando for fazer compras, leve sua própria sacola. Assim, você evitará o desperdício de plástico em sacos e sacolinhas.



ATIVIDADE

Reflita sobre suas atitudes

Além dessas, que outras atitudes **você** pode ter para que a sociedade agrida menos o ambiente?

Conteúdos atitudinais sugeridos

- Repudiar o desperdício de recursos; perceber e criticar as diferentes formas de desperdício.
- Ser consciente de que recursos provenientes da natureza podem se esgotar.
- Adotar hábitos de consumo consciente, não comprando por impulso, avaliando a real necessidade de cada compra e os impactos do consumo sobre o ambiente.
- Reutilizar itens de consumo sempre que possível.
- Enviar para reciclagem todos os materiais que não for reaproveitar.
- Ser propagador das ideias de consumo consciente.
- Ter postura crítica quanto à atuação das lideranças governamentais, políticas e empresariais em relação ao meio ambiente.

Aproveite os textos *Em destaque*, que estão nessa página e na anterior, para trabalhar a conscientização dos estudantes e a relevância de incorporar essas atitudes.

Sugestão de atividade

Redigir um artigo de jornal que fale sobre o que é **consumo consciente** e que incentive a população a praticá-lo. O artigo deve apresentar, em linguagem adequada ao tipo de texto em questão, os motivos pelos quais determinados hábitos de consumo podem ser ameaças ao meio ambiente e que atitudes conscientes a sociedade deve ter ao realizar suas compras.

A seu critério, esse texto pode ser incluído nas postagens no *blog* que serão realizadas na atividade de encerramento desta unidade.

Atividades

Após o item 5, os estudantes podem trabalhar a questão 4 do *Use o que aprendeu* e a atividade 3 do *Explore diferentes linguagens*.



ATIVIDADE

Refleta sobre suas atitudes

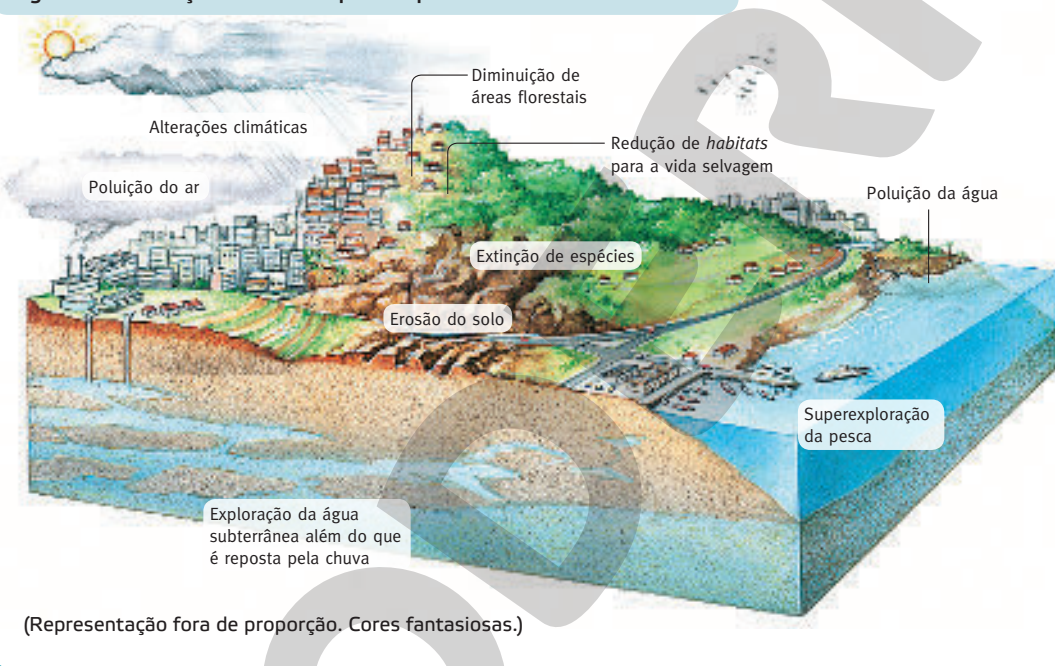
Quais de **seus** hábitos e atitudes contribuem para o desenvolvimento não sustentável da humanidade? É possível alterar esses hábitos e atitudes?

5 Ameaça aos recursos renováveis

O ser humano não é mais importante que os outros seres vivos. Nós dependemos dos recursos do planeta para sobreviver. A Terra, no entanto, não precisa de nós. Se a espécie humana for extinta como consequência de nossa própria incapacidade de controlar a exploração do ambiente, o planeta continuará existindo, e muitos outros seres vivos também.

Os recursos naturais são limitados e também não é inesgotável a capacidade que o nosso planeta tem de receber resíduos. A Ilha de Páscoa é um exemplo dessa situação.

Algumas intervenções humanas que comprometem recursos renováveis



(Representação fora de proporção. Cores fantasiosas.)

Fonte: G. T. Miller Jr. e S. E. Spoolman.
Living in the environment. 17. ed. Belmont:
Brooks/Cole, 2012. p. 13.

6 O crescimento da população humana

No início da era cristã a população mundial contava com cerca de 200 milhões de pessoas e cresceu gradualmente até cerca de 1 bilhão por volta de 1800. Daí saltou para 2 bilhões nas primeiras décadas do século XX e disparou para 7 bilhões de pessoas em 2011.

Algumas razões do crescimento populacional

O considerável aumento da população mundial nas últimas décadas deve-se, principalmente, à diminuição da mortalidade resultante dos progressos da Ciência e da Tecnologia. Medicamentos mais avançados, procedimentos médicos mais eficazes, técnicas de

assistência às gestantes, melhores condições para o tratamento da água e para o saneamento básico são algumas das razões que, em muitas partes do mundo, reduziram a mortalidade infantil e aumentaram a expectativa de vida da população.

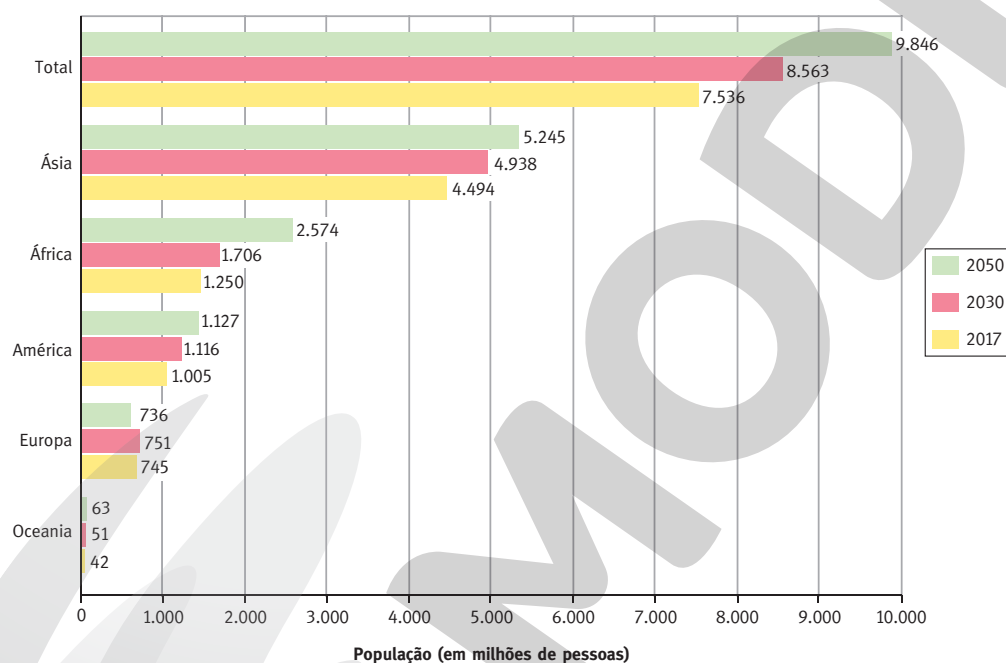
Paralelamente, avanços da tecnologia agrícola, com destaque para os métodos de controle de pragas e as técnicas para melhorar a fertilidade do solo com o uso de fertilizantes inorgânicos, possibilitaram grande aumento da produtividade agrícola no transcorrer do século XX, permitindo alimentar a crescente população. Hoje, mais de 90% do alimento da população mundial provém da agricultura.

Todos esses progressos que ajudaram a abrigar mais pessoas no planeta mostram que a espécie humana teve um sucesso adaptativo fabuloso. Contudo, esse sucesso tem um outro lado. Neste capítulo, vimos que o **nosso planeta dispõe de uma quantidade finita de recursos não renováveis e apresenta uma capacidade limitada para repor os recursos renováveis e para absorver e reciclar os resíduos** produzidos por esses bilhões de pessoas.

Mais pessoas, mais problemas

Até 2050, a expectativa é de que a população mundial ultrapasse 9 bilhões de pessoas.

Gráfico da população mundial em meados de 2017 e estimativas para 2030 e 2050



Fonte: Gráfico elaborado a partir de dados de Population Reference Bureau, 2017 World Population Data Sheet. Washington: PRB. Disponível em: <<https://www.prb.org/2017-world-population-data-sheet/>> (acesso: abr. 2018).

Interdisciplinaridade

O aumento da população mundial e suas consequências são também de grande importância para a disciplina de Geografia. Assim, esse item 6 do capítulo pode ser trabalhado por ambos os professores, dada essa sobreposição de conteúdos conceituais das duas disciplinas.

Quanto à interdisciplinaridade com Matemática, o gráfico dessa página permite a abordagem de porcentagem. Trata-se do cálculo das taxas percentuais de crescimento esperadas para os continentes. Isso é proposto na atividade 4 do *Explore diferentes linguagens*. Na resposta dessa atividade 4, neste Manual do professor, há o detalhamento dos cálculos de porcentagem solicitados.

Sobre o gráfico

Ajude os estudantes a interpretar os dados do gráfico de barras horizontais aqui apresentado.

Na parte inferior do gráfico, vemos que os dados populacionais estão expressos em **milhões de pessoas**. Assim, por exemplo, **9.846 milhões de pessoas** (estimativa que aparece no gráfico para a população mundial no ano de 2050) equivalem a **9 bilhões e 846 milhões de pessoas**.

Note que a estimativa para a Europa é a de que ocorra decréscimo populacional de 2030 (751 milhões) para 2050 (736 milhões).

Para discussão em grupo

Embora nem sempre verbalizem, há pessoas que compartilham do pensamento expresso no primeiro parágrafo do quadro *Para discussão em grupo* dessa página.

Além disso, durante o debate, você possivelmente perceberá que o argumento de alguns alunos girará em torno da ideia de que “é muito importante preservar a natureza, mas essa iniciativa deve partir do governo e das grandes indústrias, já que a quantidade de poluição que eu produzo é muito pequena”.

Nesse contexto, o trabalho com os conteúdos atitudinais (página 255) deste capítulo merece especial atenção.

Interdisciplinaridade

Pode ser oportuno o tratamento da atividade acima comentada de modo interdisciplinar com Língua Portuguesa, visando à produção de textos escritos e com a publicação do material produzido nos *blogs* de Ciências das equipes, incorporando-se à atividade de encerramento desta unidade D.



ATIVIDADE

Para discussão em grupo

Uma pessoa diz que preocupar-se com o ambiente é bobagem, porque significa voltar a padrões primitivos de vida, deixando de lado os benefícios trazidos pelo progresso.

Que argumentos convincentes podemos apresentar a essa pessoa em favor da defesa ambiental?



Use a internet

Conheça mais sobre **atitudes responsáveis** no uso de energia elétrica e no consumo de bens. Visite a página do Programa Nacional de Energia (Procel) e do Instituto Akatu pelo Consumo Consciente:

<<http://www.procelinfo.com.br/main.asp>>

<<https://www.akatu.org.br>> (acessos: abr. 2018).

Caso esses endereços tenham mudado, busque por *Procel dicas de economia de energia* e por *Instituto Akatu*.

Com o crescimento populacional, ocorre o aumento da exploração de recursos naturais e da produção de resíduos que poluem o ar, a água e o solo. Além disso, a área coberta por florestas é ocupada por cidades, o que reduz a biodiversidade e o espaço destinado à agricultura. Se, ainda, não houver manejo correto da terra, esta se torna improdutiva.

A disputa de recursos é motivo de desentendimentos em várias partes do mundo. Vez ou outra os noticiários mostram conflitos provocados pela posse de terra fértil ou pela disputa de reservas de água doce. Com o aumento da população, tais conflitos tendem a se agravar, principalmente nas regiões pobres do planeta, onde a distribuição desigual de renda já oferece enormes dificuldades para o acesso à água, à terra fértil, ao alimento, à moradia e ao saneamento básico.

A visão de que a humanidade caminha para uma tragédia tem sido defendida por alguns cientistas já há algumas décadas, mas a desinformação e os interesses políticos, sociais e econômicos de pessoas ou de grupos de pessoas têm dificultado bastante a mudança de rumos.

Por tudo isso, **é fundamental que cada indivíduo tenha consciência de suas responsabilidades** (o que se pode verificar nas atitudes individuais e nas coletivas), pois somente assim as futuras gerações não sofrerão as consequências da exaustão ou do comprometimento de recursos naturais.

As soluções começam conosco

O que podemos fazer para tornar menos sombrio o futuro de nossa espécie? Providências devem ser tomadas logo, e elas começam com nossas atitudes individuais na vida cotidiana.

Há pessoas que têm pensamentos do tipo: “não há problema em descartar meu lixo de modo incorreto”, “não é o meu lixo que vai agravar o problema ambiental” ou “tudo bem eu desperdiçar recursos, pois o que eu gasto é muito pouco”. Esse tipo de raciocínio poderia até funcionar se existissem pouquíssimos seres humanos no planeta. Mas, com bilhões de pessoas e com o aumento desenfreado da população mundial, tal raciocínio é incorreto.

Sobre aquilo que cada um de nós deve fazer, vale uma ideia muito simples e importante: *devemos pensar globalmente e agir localmente*. **Pensar globalmente** é refletir sobre como nossas atitudes interferem no ambiente e no planeta. **Agir localmente** começa com a nossa própria rotina de vida, em nossa casa, nossa escola e nossa comunidade. Precisamos consumir tanto e desperdiçar tantos recursos e tanta energia? Precisamos usar tantos produtos descartáveis? Que fazemos para contribuir para a reciclagem do lixo? Passamos informações a outras pessoas sobre os problemas ambientais que algumas de nossas atitudes diárias provocam?

Para discussão em grupo

O tema proposto nessa página propicia a discussão de pontos como (1) a liberdade individual de escolha dentro de uma sociedade plural e democrática e (2) o direito de todos os cidadãos terem acesso a métodos de planejamento familiar.

Se dispuser de tempo e julgar conveniente, sugira, também, este outro tema para discussão em grupo: “Qual ONG com atuação voltada para questões ambientais é a de maior destaque em nossa cidade ou em nosso estado? Que tipo de trabalho ela desenvolve?”.

Esse tema está alinhado com a atividade *Trabalho em equipe* solicitada na página 250 do livro do estudante. Espera-se que, em decorrência daquela atividade, os estudantes tenham elementos para opinar a respeito desse tema.

Atividades

Ao final dessa página, proponha aos estudantes as atividades 4 e 5 do *Explore diferentes linguagens*.

 **Material Digital Audiovisual**
• Áudio: *Tragédia dos comuns*

 **Orientações para o professor acompanham o Material Digital Audiovisual**



Pequenos gestos, como dar destino ao lixo reciclável em lixeiras ou em postos de coleta seletiva, são o ponto de partida para resolver os problemas criados pelo próprio ser humano. **Faça você também a sua parte.**

A. Lixeiras de coleta seletiva em São Paulo, SP (2014). O recipiente marrom nessa foto é para o descarte de lixo não reciclável.

B. Posto de coleta seletiva em São Paulo, SP (2008).

As soluções envolvem a coletividade

Além das providências individuais, é necessário que governantes, empresas e órgãos sejam pressionados pela sociedade a agir rápida e concretamente a favor da sustentabilidade.

Nesse processo, é importante destacar o trabalho, em todo o mundo, de organizações não governamentais (ONGs) comprometidas com questões ambientais. Mas as conquistas ainda são pequenas quando comparadas à dimensão dos problemas e da população do planeta.

Controlar o crescimento da população mundial é outro fator que deve ser tratado com máxima urgência, para que a humanidade tenha tempo de resolver seus enormes problemas sociais, para reduzir a necessidade de recursos naturais e para administrar a exploração desses recursos de modo que assegure o desenvolvimento sustentável.

Apesar das muitas controvérsias sobre esse ou aquele ponto, quando refletimos sobre a situação atual e o futuro da humanidade, não há como escapar da ideia de que o desenvolvimento do planeta deve se tornar sustentável, e rápido, ou o destino da humanidade não será muito diferente do destino dos habitantes da Ilha de Páscoa, que a exploraram além das possibilidades naturais de recuperação.



ATIVIDADE

Para discussão em grupo

Que meios poderiam ser usados para controlar o aumento da população humana?

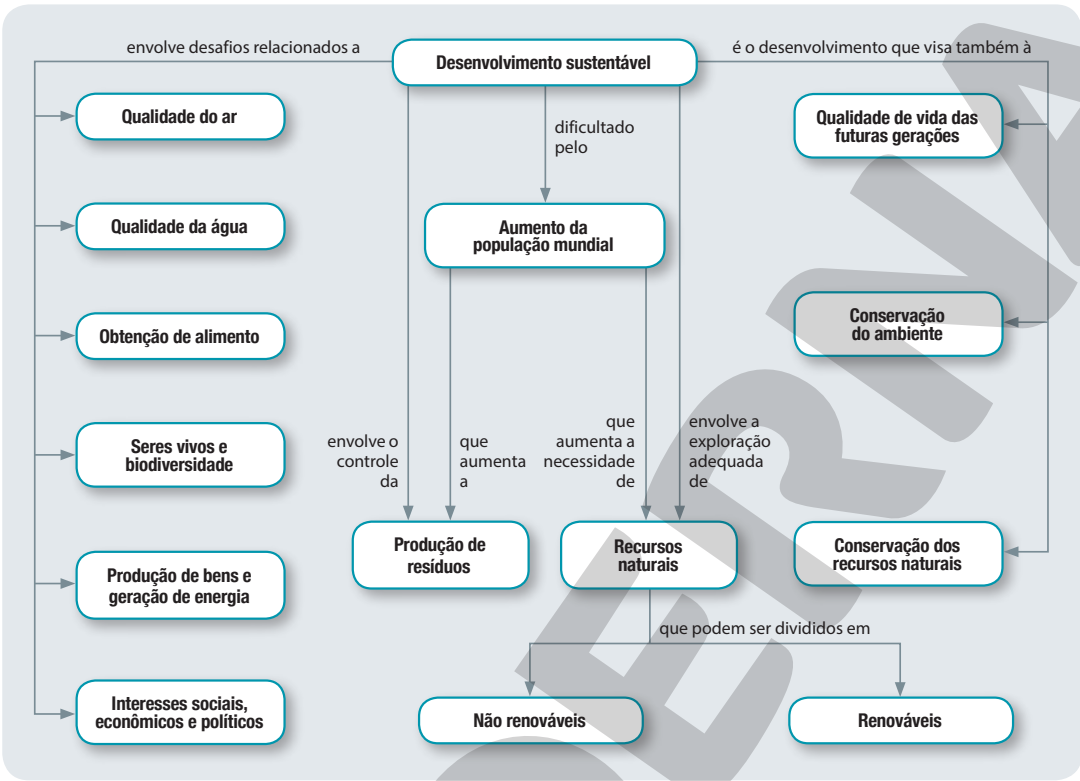
Respostas do Use o que aprendeu

- 1. Sim. Somos animais e, portanto, estamos sujeitos, em linhas gerais, tanto quanto os outros animais, às mesmas leis da natureza.
- 2. Não. Todas as substâncias, todos os materiais e toda a energia utilizada pela humanidade provêm, direta ou indiretamente, de recursos naturais.
- 3. Espera-se que os alunos percebam que, por sermos parte da natureza, é impossível vivermos independentemente dela ou tentar controlá-la visando exclusivamente aos nossos interesses.
- 4. Alguns entre os muitos exemplos são substituir gasolina pelo álcool de cana, embalagens de plástico por embalagens de papel, embalagens de alumínio por embalagens de papel, roupas de tecidos provenientes do petróleo por roupas de algodão, carvão mineral por lenha e gás natural por biogás.

Respostas do Explore diferentes linguagens

- 1. Resposta pessoal. Espera-se que o texto contraponha a ideia de crescimento econômico sem considerar os danos ao ambiente (conceito tradicional de desenvolvimento) à ideia de crescimento econômico condicionado pelo impacto que causa no ambiente (desenvolvimento sustentável).
- 2. Na fábula, a galinha que bota ovos de ouro é fonte de riqueza para seu dono. Ele, por ganância, decide matá-la para obter, de uma só vez, todo o ouro que deve haver dentro dela. O dono descobre, espantado, que não há ouro algum. A lição é que a pressa de obter o máximo de vantagens da galinha fez com que seu dono perdesse a fonte de riqueza que era lenta, porém contínua.

ORGANIZAÇÃO DE IDEIAS MAPA CONCEITUAL



ATIVIDADE

USE O QUE APRENDEU

- 1. O ser humano faz parte da natureza? Justifique sua resposta.
- 2. A espécie humana pode viver de modo totalmente independente dos recursos naturais? Explique.
- 3. Que relação há entre a resposta às duas perguntas anteriores?
- 4. Neste capítulo, afirmou-se que uma das maneiras de conservar os recursos não renováveis é substituindo-os por recursos que possam ser renovados. Faça uma lista com pelo menos cinco exemplos de substituições desse tipo que podem ser feitas pela sociedade.

ATIVIDADE

EXPLORE DIFERENTES LINGUAGENS

A critério do professor, as atividades a seguir poderão ser feitas em grupos.

TEXTO

- 1. Redija um texto de dez a quinze linhas fazendo comparações entre o conceito tradicional de desenvolvimento e o conceito de desenvolvimento sustentável.

A Terra é fonte de recursos para a humanidade. A exploração muito rápida desses recursos, acima da capacidade natural de recomposição, pode devastar o ambiente e, então, não haverá mais a possibilidade de obter recursos. É importante que o professor também destaque uma importante diferença entre a Terra e a galinha dos ovos de ouro: não somos donos da Terra, pois, em termos biológicos, não há motivo algum para nos considerarmos mais importantes do que qualquer outra espécie que habita o planeta.

FÁBULA

2. Você conhece a fábula *A galinha dos ovos de ouro*? Se não a conhece, informe-se a respeito dela. Em seguida, responda no

caderno: quais características do planeta Terra podem ser comparadas à “galinha dos ovos de ouro”?

OPINIÃO INDIVIDUAL

3. Uma pessoa viu um cartaz que incentivava a população a não jogar lixo nas ruas e disse: “Eu vou continuar jogando lixo na rua porque todo mundo faz isso. Não é o meu lixo que vai piorar os problemas da cidade.

Além disso, existem funcionários da prefeitura que são pagos para varrer as ruas”.

Comente a opinião dessa pessoa e diga se você concorda, discorda ou concorda parcialmente com ela.

GRÁFICO

4. No item 6 deste capítulo há um gráfico sobre o crescimento da população mundial. Consulte-o para responder às perguntas.
- a) Em qual dos continentes se espera redução da população de 2017 para 2050?
- b) Com auxílio do seu professor, se necessário, calcule o aumento percentual esperado para a população do planeta entre 2017 e 2050.

- c) Faça o mesmo tipo de cálculo pedido no item anterior para cada um dos continentes.
- d) Compare as respostas anteriores e responda: em quais continentes se espera que a população cresça, entre 2017 e 2050, proporcionalmente mais do que crescerá a população do planeta nesse mesmo período?

ENCENAÇÃO

5. O professor dividirá a classe em grupos. Cada um deles deve preparar uma encenação que envolva diálogos entre duas pessoas com ideias opostas relativas ao ambiente. Por exemplo, um dono de madeireira dialogando com alguém que deseja evitar o desflorestamento, um dono de indústria poluidora do ar argumentando com uma autoridade responsável pelo controle da qualidade do ar etc. Ambos os lados devem apresentar argumentos para defender seu ponto de vista.



Seu aprendizado não termina aqui

Os meios de comunicação noticiam todos os anos a realização de reuniões com representantes dos países mais ricos. É frequente, nessas reuniões, a discussão das questões ambientais. Acompanhe essas notícias e conheça a posição

dos diferentes países, o que eles têm feito sobre as questões ambientais, a interferência dos problemas econômicos nessas discussões e as demais dificuldades que a humanidade enfrenta para atingir o desenvolvimento sustentável.

4. a) Na Europa.
- b) Vamos usar valores em milhões de pessoas.
- Em 2017: 7.536
Em 2050: 9.846
 $9.846 - 7.536 = 2.310$
- | Pessoas | Porcentagem |
|---------|-------------|
| 7.536 | 100% |
| 2.310 | x |
- $$x = \frac{2.310}{7.536} \cdot 100\%$$
- Crescimento (x): 30,7%
- c) Por cálculos similares a esse, chegamos a:
- Ásia**
Em 2017: 4.494
Em 2050: 5.245
 $5.245 - 4.494 = 751$
- | Pessoas | Porcentagem |
|---------|-------------|
| 4.494 | 100% |
| 751 | y |
- Crescimento (y): 16,7%
- África**
Em 2017: 1.250
Em 2050: 2.574
 $2.574 - 1.250 = 1.324$
- | Pessoas | Porcentagem |
|---------|-------------|
| 1.250 | 100% |
| 1.324 | z |
- Crescimento (z): 105,9%
- América**
Em 2017: 1.005
Em 2050: 1.127
 $1.127 - 1.005 = 122$
- | Pessoas | Porcentagem |
|---------|-------------|
| 1.005 | 100% |
| 122 | w |
- Crescimento (w): 12,1%
- Europa**
Em 2017: 745
Em 2050: 736
 $745 - 736 = 9$
- Atente que essa variação é de **diminuição!**
- | Pessoas | Porcentagem |
|---------|-------------|
| 745 | 100% |
| 9 | p |
- Decréscimo (p): 1,2%
- Oceania**
Em 2017: 42
Em 2050: 63
 $63 - 42 = 21$
- | Pessoas | Porcentagem |
|---------|-------------|
| 42 | 100% |
| 21 | q |
- Crescimento (q): 50,0%
- d) Pelos dados, a África (105,9%) e a Oceania (50,0%) devem crescer percentualmente mais do que a população mundial (30,7%).
5. Encenação.

Fechamento da unidade D

Objetivo: Propiciar uma situação de trabalho coletivo que complete o desenvolvimento das habilidades EF09CI12 e EF09CI13 da BNCC, realizado no capítulo 12. A critério do docente, a atividade também pode contemplar o estabelecimento de uma analogia entre os problemas relacionados ao ambiente e os ocorridos na Ilha de Páscoa, que conduziriam ao seu colapso.

Comentário: Nessa atividade, as equipes são conclamadas a revisar o material produzido nas seções *Trabalho em equipe* das páginas 250 e 252, nos quais desenvolveram-se, respectivamente, as habilidades EF09CI13 e EF09CI12 da BNCC, a complementá-lo e a melhorá-lo no que for possível.

Nesse sentido, a sua participação norteadora é fundamental. Oriente os estudantes sobre os aspectos que, eventualmente, não foram bem desenvolvidos. Para verificar as principais metas, reveja os comentários nas páginas 250 e 252 deste Manual do professor. Leve em consideração o que está explicitado na BNCC, que afirma que os estudantes devem ser capazes de desenvolver “ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental” (BNCC, 2017, p. 321).

Se julgar conveniente, estenda a atividade, solicitando um paralelo entre a tragédia da Ilha de Páscoa (relatada na seção *Motivação*, na abertura do capítulo 12) e os problemas ambientais que vivenciamos em escala local e global. Essa extensão possibilita aos estudantes relacionar notícias sobre a destruição do ambiente e os eventos que conduziram ao declínio da civilização que habitava a Ilha de Páscoa.

Assim, mediante a participação ativa dos estudantes, a intenção é dar real significado à necessidade de a sociedade estar atenta, em todas as suas atividades, às demandas do desenvolvimento sustentável.

FECHAMENTO DA UNIDADE

Isso vai para o nosso blog!

As soluções começam conosco!

#

A critério do professor, a classe será dividida em grupos e cada um deles criará e manterá um *blog* na internet sobre a importância do que se aprende na disciplina de Ciências Naturais. Na presente atividade, a meta é selecionar informações (acessar, reunir, ler, analisar, debater e escolher as mais relevantes e confiáveis) relacionadas aos tópicos abaixo para incluir no *blog*.

No item 1 do capítulo 12, o *Trabalho em equipe* foi sobre os grandes desafios ambientais de nossa sociedade. Revisem o material produzido, complementando-o e melhorando-o no que for possível. Publiquem no *blog*.

Por que as atitudes de cada indivíduo são fundamentais?

Proponham iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações sustentáveis bem-sucedidas.

O *Trabalho em equipe* do item 3 do capítulo 12 abordou as unidades de conservação e suas características. Revisem o material produzido e publiquem-no no *blog*.

Justifiquem a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades, as populações humanas e as atividades a eles relacionados.

262

Unidade D

Material digital

Consulte a **Proposta de acompanhamento de aprendizagem** disponível para o bimestre; ela traz material para verificação do domínio dos objetivos e das habilidades propostas para o período.

Algumas palavras finais ao estudante

Ao chegar ao final do 9º ano, esperamos que você tenha desenvolvido algumas qualidades.

Em primeiro lugar, esperamos que você tenha desenvolvido o gosto por aprender. Aprendemos todos os dias, e de muitas maneiras diferentes, já que as informações podem chegar até nós de modos muito variados.

Em segundo lugar, desejamos que você tenha desenvolvido a capacidade de aprender a aprender, ou seja, a habilidade de “se virar sozinho” na busca de informação nas mais variadas fontes. Nenhum livro, por mais completo que seja, pode conter todas as informações sobre um certo assunto. Além disso, ninguém consegue memorizar todas as informações que podem vir a ser úteis. Mais importante que decorar “um monte” de coisas é saber onde e como procurar as informações necessárias, e ser capaz de entendê-las e utilizá-las.

Em terceiro lugar, esperamos que você tenha percebido que o estudo das Ciências da Natureza permite compreender melhor o mundo em que vivemos e possibilita enfrentar situações cotidianas com mais sucesso. A compreensão das Ciências da Natureza contribui para que o ser humano viva em harmonia com o ambiente, buscando o conforto no presente, sem ameaçar a qualidade de vida das gerações futuras. A aplicação dos princípios científicos, com ética e cidadania, permite que toda a sociedade tenha melhor qualidade de vida.

Todos nós, quando crianças, temos muita curiosidade de saber como as coisas são e como funcionam. Ao crescer, alguns perdem essa curiosidade, outros a mantêm. Nós torcemos para que você seja um daqueles que nunca vão perder a curiosidade de conhecer melhor a natureza e seus fenômenos.

Seu aprendizado de Ciências da Natureza não termina aqui!

Os autores

SUPLEMENTO DE PROJETOS

AFRICA STUDIO/SHUTTERSTOCK





Objetivo

- ▶ Escrever num papel com tinta invisível e, a seguir, tornar a escrita visível usando uma reação química.

Vocês vão precisar de:

- suco de limão espremido na hora (**Lavem bem as mãos** antes de se expor ao sol!)
- folha de papel branco
- água
- conta-gotas
- colher
- pincel fino
- pincel grosso
- dois copos de vidro (de requeijão)
- tintura de iodo (adquirida em farmácia) (**Cuidado, pois ela mancha a pele e as roupas!**)

Procedimento

1. Usem o pincel fino para escrever com o suco de limão na folha de papel (figura A).
2. Esperem até que o papel seque à sombra. **Não** levem o papel ao sol **nem** se exponham à luz solar antes de lavar bem as mãos para remover qualquer respingo de suco de limão. **Tomar sol com suco de limão na pele produz queimaduras e manchas escuras que levam muito tempo para sair.**
3. Adicionem 60 gotas de tintura de iodo a meio copo (de requeijão) de água (figura B) e mexam com uma colher.
4. Mergulhem o pincel grosso nesse líquido e esfreguem-no sobre a folha. Observem os dizeres se tornarem visíveis (figura C).
5. Proponham uma explicação para o que vocês observaram. Comparem sua explicação com a de outros grupos e discutam-na com o professor.

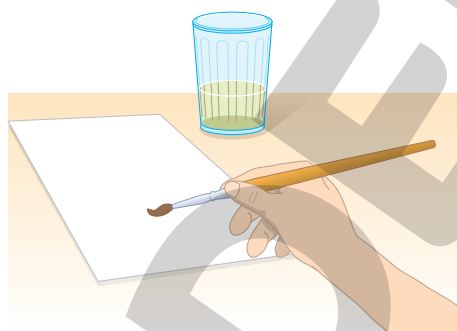


Figura A

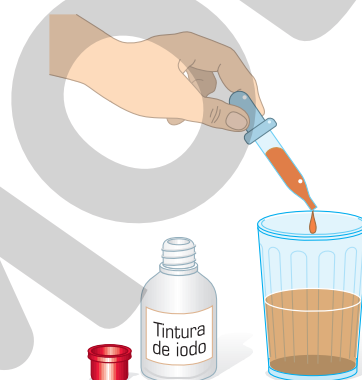


Figura B

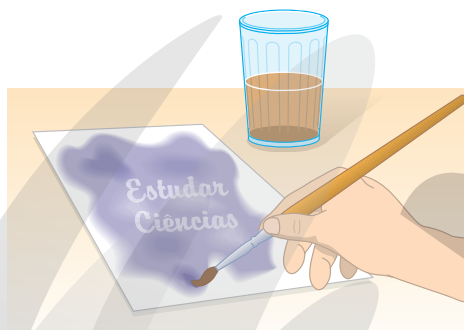


Figura C

Projeto 1

Nesse projeto, sugerido no capítulo 1, o suco de limão é a "tinta invisível" e uma solução feita com 60 gotas de tintura de iodo (solução alcoólica de I_2) adicionadas a meio copo de água atua como "revelador" da escrita, tornando-a visível.

Quando essa solução aquosa de iodo é aplicada ao papel, o iodo (I_2) nela presente interage com fragmentos de carboidratos similares ao amido existentes no papel, produzindo uma coloração roxa (ou azul-escura).

Substâncias presentes no suco do limão (especialmente a vitamina C, também denominada ácido ascórbico) reagem com o iodo, consumindo-o (transformando-o em outra espécie química, o iodeto, I^-). Assim, nos locais em que se escreveu com o suco do limão, não haverá iodo e, portanto, não aparecerá a coloração roxa no papel. Isso permite a visualização daquilo que foi escrito, pois permanece como áreas brancas em meio à cor roxa.

Evidentemente não se espera que os alunos proponham a explicação completa, mas que conclua que "algo" no suco do limão impede o aparecimento da cor roxa. Você pode concluir dizendo que esse "algo" reage com o iodo, consumindo-o.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Projeto 2

Esse projeto é oportuno no capítulo 7 do livro.

Ele envolve a determinação da velocidade de uma gota de água em queda através do óleo de cozinha.

Como decorrência do atrito viscoso com o óleo, que se opõe à queda da gota de água, a velocidade terminal de gotas pequenas (como as produzidas por conta-gotas, que têm volume aproximado de 0,05 mL) é atingida rapidamente, antes que a gota chegue à marca de 0 cm da régua fixada na proveta.

O projeto recomenda colocar óleo até acima da marca de 1 litro da proveta justamente para garantir que a gota já estará em regime de queda com velocidade constante ao ser observada pelos alunos em seu movimento ao longo da régua.

Saiba que as equipes determinarão diferentes valores para a velocidade média, pois gotas de tamanhos diferentes apresentam velocidades terminais distintas.

Experimente jogar uma colher (de café) de água dentro da proveta. Isso irá produzir várias gotas de tamanhos diferentes e facilmente se perceberá a diferença nas velocidades de queda em função do tamanho.

Essa constatação permite uma analogia com a atuação da resistência do ar sobre corpos em queda na atmosfera. Graças a essa resistência, objetos mais pesados adquirem maiores velocidades terminais de queda no ar, mas não se a queda for no vácuo.

Projeto 3

Esse projeto é sugerido no capítulo 7 e tem algumas características interessantes.

Primeiro, permite ilustrar a ideia de Galileu de alentejar a queda livre usando um plano inclinado a fim de poder acompanhar experimentalmente o processo, rápido demais para ser acompanhado diretamente sem equipamento adequado.

PROJETO 2

DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA DE UM MÓVEL



EXPERIMENTO
ATIVIDADE EM GRUPO

Objetivo

- Realizar medidas experimentais que permitam calcular a velocidade média de uma gota de água caindo através de óleo de cozinha.

Este experimento deve ser feito por grupos de três ou mais alunos.

O grupo vai precisar de:

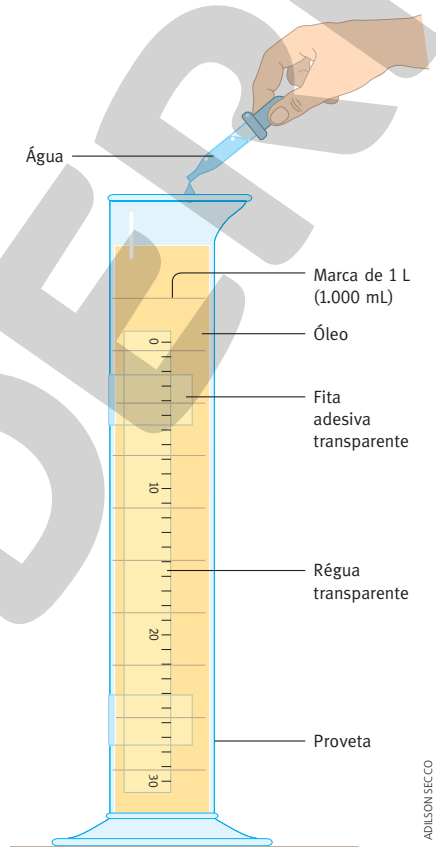
- régua transparente de 30 cm
- óleo de cozinha
- fita adesiva transparente
- cronômetro
- proveta transparente de 1 litro
- lápis e papel
- conta-gotas
- água

Procedimento

1. A proveta deve estar limpa e seca. **Ela é um equipamento frágil; é preciso ter cuidado ao manuseá-la para não quebrá-la e não se cortar.** Deve-se despejar óleo dentro dela até a marca de 1 litro ou um pouco acima.
2. A régua deve ser fixada à proveta com fita adesiva. A indicação inicial da régua, 0 cm, deve estar voltada para cima e a indicação final, 30 cm, deve estar a cerca de 2 cm da base da proveta, como mostra a figura.
3. Um membro do grupo deve pingar uma gota de água dentro da proveta. Outro membro, que manipula o cronômetro, deve acioná-lo assim que a gota estiver na marca de 0 cm da régua e desligá-lo quando a gota estiver na marca de 30 cm.
4. Têm-se, portanto, as medidas da distância percorrida por essa gota e do tempo gasto no percurso. Qual é a velocidade dessa gota em cm/s? E em m/s? E em km/h?

Vá além:

- Gotas de diferentes tamanhos adquirem a mesma velocidade dentro do óleo? O grupo deve tentar descobrir experimentalmente.
- O grupo também deve elaborar um procedimento para verificar experimentalmente se o movimento de uma gota ao longo dos 30 cm da régua ocorre com velocidade constante ou se o movimento é acelerado. A seguir, o grupo deve colocar o procedimento em prática a fim de fazer essa verificação.



ADILSON SECCO

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Em segundo lugar, o uso de uma bureta para simular o relógio de água ajuda a perceber as tremendas dificuldades enfrentadas por Galileu em sua época. O uso da bureta não é muito prático, e a intenção é justamente que os alunos vivenciem a dificuldade enfrentada na época.

Um terceiro ponto é o de que a vazão na bureta não é constante. Tipicamente, uma bureta de 50 mL, com a torneira totalmente aberta, permite a redução do nível da água da marca de 0 mL até a de 10 mL em cerca de 3 s e da marca de 0 mL até a de 50 mL em cerca de 20 s.

**Objetivo**

- Usar um “relógio de água” para investigar um movimento.

Experimento para grupos de três ou mais alunos. Cada grupo vai precisar de:

- mesa **totalmente plana** e com quatro pés (ela será usada como um plano inclinado)
- calços para elevar um pouco dois dos pés da mesa
- bolinhas de diferentes massas, perfeitamente esféricas e **maciaças** (podem ser de tamanhos diferentes)
- erlenmeyer (ou outro frasco) para coletar a água sob a bureta
- jarra com água e fita adesiva

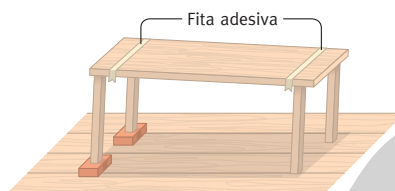


Figura A

Procedimento

1. Façam um plano inclinado calçando dois pés de uma das mesas. Uma inclinação de cerca de 3 graus em relação à horizontal já é o suficiente. As bolinhas vão rolar por esse plano inclinado.
2. Grudem dois pedaços de fita adesiva na mesa (figura A). O lado mais alto será a linha de partida da bolinha e o mais baixo, a linha de chegada.
3. Em outra mesa, o **professor** montará o “relógio de água” (figura B).
4. Treinem abrir e fechar a torneira da bureta de modo que permita o escoamento mais rápido possível da água. A bureta é um instrumento delicado, cuja torneira pode facilmente travar se não for manipulada com cuidado. **Sigam as orientações do professor.**
5. Enchem a bureta com água até o máximo possível (acima, portanto, da indicação do “zero”). Um membro do grupo segura a bolinha na linha de partida; outro abre a torneira para permitir a maior velocidade possível de escoamento da água. Um terceiro membro do grupo dirá “já” quando o nível da água passar pelo zero. Nesse momento, a bolinha deve ser solta.
6. Quando a bolinha passar pela linha de chegada, será a vez de o aluno que a soltou dizer “já”. Nesse momento, o aluno que acompanha o nível da água fará a leitura desse nível na escala graduada da bureta e anotará em seu caderno o valor. A variação do nível da água durante o percurso da bolinha será considerada um indicador do tempo gasto pelo móvel nesse percurso.
7. Para uma mesma inclinação da mesa, deve-se medir a variação do nível da água quando bolinhas de diferentes massas rolam pela mesa, uma de cada vez. Comparem resultados e tirem conclusões.

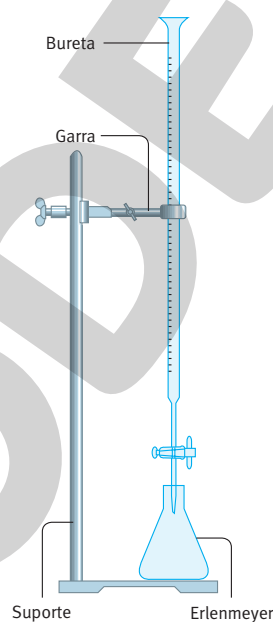


Figura B

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECO

Vá além:

- Repitam o experimento com outras distâncias entre as linhas e também com outras inclinações do plano. Comparem os resultados. Quais são as conclusões?
- O que se pode afirmar sobre a precisão desse método para medir o tempo? Será que o tempo transcorrido é diretamente proporcional à variação do nível da água na bureta? Esse “relógio de água” poderia ser aprimorado?

A vazão não é constante porque a coluna de água sobre a torneira varia durante o escoamento e, com ela, a diferença de pressão que determina o escoamento.

A imprecisão do método é altíssima, e esse é um quarto ponto importante a discutir com os alunos. Muitos fatores contribuem para a imprecisão, entre os quais o tempo que decorre entre o “já” de um aluno e a ação do outro, os erros de paralaxe (posicionamento do olho em relação à escala) na leitura da bureta, as pequenas diferenças na posição da torneira aberta que interferem na vazão e a rapidez do movimento.

Após os alunos terem concluído que o método é impreciso, sugerimos estimulá-los a repetir o experimento usando um cronômetro digital. Superando, com isso, parte da imprecisão inerente ao projeto, todos podem agora concentrar-se nos aspectos físicos do problema, concluindo que esferas maciças de massas diferentes levam o mesmo tempo para percorrer certa distância no plano inclinado.

Pode-se investigar a redução do tempo necessário para um mesmo percurso (aumento da aceleração) à medida que o plano é mais inclinado em relação à horizontal.

Pode-se também verificar que, para uma mesma inclinação, quando a distância entre as linhas de partida e de chegada aumenta, o tempo do percurso não aumenta na proporção direta do espaço percorrido. O tempo aumenta proporcionalmente menos do que a distância aumenta, evidenciando que o móvel é acelerado nesse movimento.

Uma informação ao professor que leciona Física em nível médio e deseja utilizar o projeto nesse segmento de ensino: é preciso evitar estabelecer associação direta entre a situação da esfera rolando pelo plano inclinado e o clássico problema do bloco deslizando por um plano inclinado sem atrito.

Neste último caso, a aceleração, que pode ser deduzida com conteúdos do Ensino Médio, vale $g = \text{sen } \theta$, em que θ representa a inclinação do plano em relação à horizontal.

Já no caso da esfera, a dedução é complexa e envolve o conceito de **momento de inércia**, estudado no Ensino Superior. Pode-se demonstrar que a aceleração de uma **esfera maciça homogênea rolando** por um plano inclinado vale $g = (5/7) \cdot \text{sen } \theta$ (cf. TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC. v. 1, capítulo 9, seção 9-6) e não depende, portanto, da massa ou do raio da esfera.

Projeto 4

Esse projeto é sugerido no capítulo 10.

Ele consiste em uma variação da atividade da abertura daquele capítulo e pretende auxiliar os estudantes a compreenderem como acontece a determinação do sexo na espécie humana.

Uma das vasilhas deve ser rotulada como **A** e conter 30 feijões-pretos e 30 feijões marrons. A outra deve ser rotulada como **B** e conter 60 feijões marrons. O procedimento é o mesmo dos itens 2 a 6 da atividade de abertura e a proposta é que os alunos estabeleçam uma comparação entre os sorteios realizados e o modo como a natureza determina o sexo de um bebê humano.

A ideia é que eles consigam concluir que:

- um feijão marrom pode ser comparado a um gameta com cromossomo **X**;
- um feijão-preto pode ser comparado a um gameta com cromossomo **Y**.

Assim, a vasilha **A** pode ser comparada ao conjunto de espermatozoides de um homem. Nessa analogia, cada feijão marrom dessa vasilha representa um espermatozoide contendo o cromossomo **X** e cada feijão-preto representa um espermatozoide contendo o cromossomo **Y**.

A vasilha **B** pode ser comparada a um conjunto de óvulos (ou de ovócitos) de uma mulher. Essa comparação deixa claro que todos os gametas femininos humanos são portadores de um cromossomo sexual **X**.

Ao realizar os sorteios, seguindo o procedimento descrito, é de esperar que haja uma ocorrência praticamente igual dos seguintes eventos:

- ambos os feijões marrons (o que representa um zigoto **XX**, sexo feminino);
- um feijão de cada cor (o que representa zigoto **XY**, sexo masculino).

PROJETO

4

QUAL SERÁ O SEXO DO BEBÊ?

EXPERIMENTO



ATIVIDADE EM GRUPO

Objetivo

- ▶ Simular a distribuição estatística dos dois sexos na reprodução humana.

Vocês vão precisar de:

- feijões-pretos
- feijões marrons de tamanho semelhante ao dos feijões-pretos
- etiqueta
- papel
- caneta
- duas vasilhas pequenas

Procedimento

1. Com a caneta e a etiqueta, rotulem uma das vasilhas com a letra **A** e a outra com a letra **B**.
2. Na vasilha **A**, coloquem 30 feijões de cada cor e misturem bem.
3. Na vasilha **B**, coloquem 60 feijões marrons.
4. Um componente do grupo, por vez, deve posicionar ambas as vasilhas à sua frente, uma à direita e outra à esquerda.
5. Esse mesmo aluno deve fechar os olhos, colocar uma mão em cada vasilha e sortear um feijão de cada uma.
6. Depois, deverá colocar os dois feijões sorteados sobre a mesa. Outro aluno do grupo deverá registrar o resultado: **ambos marrons** ou **um de cada cor**. Esse aluno deve devolver cada feijão à sua **respectiva** vasilha e mexer bem.
7. O grupo deve repetir os itens 5 e 6 até completar 40 sorteios por aluno.
8. Analisem os resultados. O que foi mais frequente: **ambos marrons** ou **um de cada cor**? Comparem seu resultado com os de outros grupos. Eles chegaram à mesma conclusão sobre qual foi o resultado mais frequente?

Vá além:

- Elaborem um texto que **compare** esse procedimento ao modo como a natureza determina o sexo de um bebê. No texto, deixem claro a que podem ser **comparados** os feijões marrons e os feijões-pretos e também a que podem ser **comparadas** as vasilhas **A** e **B**.



CLARISA FRANÇA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Pouco provavelmente uma equipe obterá exatamente metade de cada resultado, pois a quantidade de sorteios não é muito grande.

Porém, somando os resultados da sala toda, a distribuição deve aproximar-se do probabilisticamente previsto. Isso, obviamente, desde que a execução seja correta (feijões indistinguíveis pelo tato, mexer bem antes de cada sorteio, retornar os feijões sorteados à vasilha da qual foram tirados, ausência de "trapaças" etc.).



Objetivo

- Ter noção de como se formam alguns tipos de fósseis.

Vocês vão precisar de:

- massa de modelar
- concha marinha
- gesso em pó
- óleo de cozinha
- água
- colher de sopa
- copo
- prato

Procedimento

1. Lambuzem a parte externa da concha com um pouco de óleo.
2. Coloquem massa de modelar no centro do prato e pressionem a concha sobre ela. Retirem-na delicadamente, de modo que a forma da concha fique marcada na massa de modelar. Vocês farão, assim, um molde (figura A).
3. Coloquem no copo cinco colheres de gesso em pó e três colheres de água. Misturem bem e despejem essa mistura dentro do molde de massa de modelar. Vejam a figura B.
4. Esperem o gesso endurecer e separem a massa de modelar do objeto de gesso.
5. Pesquisem e respondam: o que esse experimento tem a ver com a formação dos fósseis?



Figura A

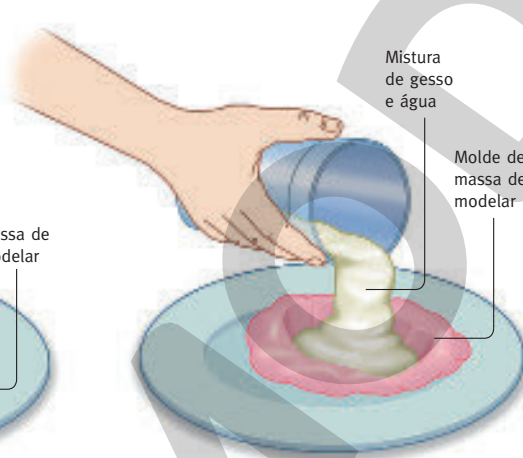


Figura B

Vá além:

- Usem a **criatividade** e **modifiquem** esse experimento. Vocês podem usar outras partes duras de animais e plantas no lugar da concha. Podem também usar outros materiais no lugar do gesso (argila, por exemplo).

Projeto 5

Esse projeto é recomendado no capítulo 11.

O desenvolvimento dessa atividade propicia aos estudantes a percepção concreta de como seres podem deixar marcas em rochas. Às vezes, os fósseis não são remanescentes do organismo em si, mas uma formação rochosa sedimentar que tem o formato desse organismo.

Na analogia, a massa de modelar representa uma camada de rocha formada por sedimentos. Enquanto essa camada estava em formação, um organismo de animal morto se depositou sobre ela, imprimindo seu formato na rocha, o que corresponde, no caso, ao molde deixado pela concha na massa de modelar.

O organismo morto pode, eventualmente, ter sofrido decomposição (ou ter algum outro destino que implicou sua remoção do local), mas deixou lá um molde. O depósito subsequente de mais sedimentos produziu outra camada de rocha sedimentar (representada, no caso, pelo gesso), parte da qual endureceu dentro do molde e formou o fóssil.

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

Projeto 6

Esse projeto é recomendado no capítulo 11.

Trabalhe aqui a ideia da camuflagem de insetos como um fator de seleção natural. Os insetos mais visíveis têm maior probabilidade de serem devorados por seus predadores e são desfavorecidos no processo de seleção natural dos indivíduos mais adaptados ao ambiente.

Uma alternativa para esse projeto é utilizar os pequenos anúncios classificados de jornais. Quando eles são recortados e jogados sobre uma folha de classificados, passam despercebidos. Contudo, se recortarmos papéis coloridos ou com outro tipo de texto e os jogarmos sobre a folha de classificados, eles serão mais facilmente localizados sobre a folha.

PROJETO

6

CAMUFLAGEM E SELEÇÃO NATURAL

EXPERIMENTO



ATIVIDADE EM GRUPO

Objetivo

- ▶ Averiguar a eficiência da camuflagem em insetos.

Vocês vão precisar de:

- gramado
- pedacinhos de mesmo tamanho de papéis de diversas cores (sugerem-se azul-claro, azul-escuro, amarelo, laranja, rosa, vermelho, verde-claro, verde-escuro, preto, marrom, bege, roxo, branco)

Procedimento

1. Cada grupo deve espalhar os papéis coloridos na grama, numa mesma região.
2. Uma pessoa de cada grupo (que não viu onde os papéis foram espalhados) deve se aproximar dessa região. A cada passo, deve parar e dizer se consegue ver algum dos papéis coloridos.
3. Anotem a ordem em que as diferentes cores são descobertas pela pessoa.
4. Repitam o procedimento com as outras pessoas do grupo.
5. Que cores são vistas com mais facilidade? E quais são mais difíceis de se ver?



ILUSTRAÇÕES: AMANDA DUARTE

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



Vá além:

- Pode-se dizer que essas observações se relacionam com camuflagem? E com adaptação, evolução e seleção natural? Expliquem isso em um pequeno texto.

Bibliografia

- ALBERTS, B. et al. *Molecular Biology of the cell*. 6. ed. Nova York: Garland Science, 2015.
- ATKINS, P. W. et al. *Chemical principles: the quest for insight*. 6. ed. Nova York: Freeman, 2013.
- AUDESIRK, T. et al. *Biology: life on Earth*. 9. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2011.
- BACHILLER, R. *Astronomía: de Galileo a la exploración espacial*. Madrid: Lunwerg, 2010.
- BELK, C. e MAIER, V. B. *Biology: science for life*. 4. ed. Glenview: Pearson, 2013.
- BETTELHEIM, F. A. et al. *Introduction to General, Organic & Biochemistry*. 10. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2013.
- BLEI, I. e ODIAN, G. *General, Organic and Biochemistry: connecting Chemistry to your life*. 2. ed. Nova York: Freeman, 2006.
- BLOOMFIELD, L. A. *How things work: the Physics of everyday life*. 4. ed. Hoboken: John Wiley, 2010.
- BOCZKO, R. *Conceitos de Astronomia*. São Paulo: Blucher, 1984.
- BOTKIN, D. B. e KELLER, E. A. *Environmental Science: Earth as a living planet*. 8. ed. Hoboken: John Wiley, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Terceira versão. Brasília: MEC, 2017.
- BROWN, T. L. et al. *Chemistry: the central science*. 14. ed. Nova York: Pearson, 2018.
- BURROWS, A. et al. *Chemistry³: introducing Inorganic, Organic and Physical Chemistry*. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- CAMPBELL, M. K. e FARRELL, S. O. *Biochemistry*. 6. ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2009.
- CAMPBELL, N. et al. *Biology: concepts & connections*. 7. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2012.
- COMINS, N. F. e KAUFMANN III, W. J. *Discovering the Universe*. 8. ed. Nova York: Freeman, 2008.
- DAINTITH, J. e MARTIN, E. (Eds.). *Oxford dictionary of Science*. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- EMSLEY, J. *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements*. New edition. Oxford: Oxford University Press, 2011.
- FERREIRA, M. e ALMEIDA, G. *Introdução à Astronomia e às observações astronômicas*. 7. ed. Lisboa: Plátano, 2004.
- FREEMAN, S. et al. *Biological Science*. 6. ed. Harlow: Pearson, 2017.
- GIANCOLI, D. C. *Physics: principles with applications*. 7. ed. Glenview: Pearson, 2014.
- GOODENOUGH, J. e MCGUIRE, B. *Biology of humans: concepts, applications, and issues*. 4. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2012.
- GRAY, T. *The Elements: A Visual Exploration of Every Known Atom in the Universe*. Nova York: Black Dog & Leventhal, 2009.
- HALL, J. E. *Guyton & Hall – Tratado de Fisiologia Médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- HALLIDAY, D. et al. *Fundamentals of Physics*. 10. ed. Hoboken: John Wiley, 2014.
- HAYNES, W. M. (Ed.). *CRC handbook of Chemistry and Physics*. 92. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.
- HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- _____. et al. *Conceptual Physical Science*. 6. ed. Boston: Pearson, 2017.
- HINE, R. S. e MARTIN, E. (Eds.). *Oxford dictionary of Biology*. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- HOSKIN, M. *The Cambridge illustrated history of Astronomy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- IWASA, J. e MARSHALL, W. *Karp's Cell and molecular Biology*. 8. ed. Hoboken: John Wiley, 2016.
- KOEPPEN, B. M. e STANTON, B. A. (Eds.). *Berne & Levy: Fisiologia*. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- KOTZ, J. C. et al. *Chemistry & Chemical Reactivity*. 9. ed. Stamford: Cengage, 2015.
- KRAUSKOPF, K. B. e BEISER, A. *The physical universe*. 14. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2012.
- MADER, S. S. e WINDELSPECHT, M. *Essentials of Biology*. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2018.
- _____. *Human Biology*. 12. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2012.
- MARIEB, E. N. e HOEHN, K. *Human Anatomy & Physiology*. 10. ed. Harlow: Pearson, 2016.
- MCMURRY, J. et al. *Chemistry*. 7. ed. Boston: Pearson, 2016.
- MILLER JR., G. T. e SPOOLMAN, S. E. *Living in the environment*. 17. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2012.
- MOORE, J. W. e STANITSKI, C. L. *Chemistry: the molecular science*. 5. ed. Stamford: Cengage, 2015.
- MOURÃO, R. R. F. *Dicionário enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.
- _____. *Manual do astrônomo: uma introdução à Astronomia Observacional e à construção de telescópios*. Rio de Janeiro: Zahar, 1995.

- NEBEL, B. J. e WRIGHT, R. T. *Environmental Science: the way the world works*. 7. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.
- NELSON, D. L. e COX, M. M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 6. ed. Nova York: Freeman, 2013.
- ONTORIA, A. et al. *Mapas conceptuales: una tecnica para aprender*. 7. ed. Madrid: Narcea, 1997.
- QUADBECK-SEEGER, H.-J. *World of the Elements. Elements of the World*. Weinheim: Wiley-VCH, 2007.
- RAVEN, P. H. et al. *Environment*. 7. ed. Hoboken: John Wiley, 2010.
- RIDLEY, M. *Evolution*. 3. ed. Malden: Blackwell Science, 2004.
- RONAN, C. A. *História ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge*. Rio de Janeiro: Zahar, 1987. 4 v.
- SADAVA, D. et al. *Life: the science of Biology*. 10. ed. Sunderland: Sinauer, 2014.
- SERWAY, R. A. e FAUGHN, J. S. *Physics*. Orlando: Houghton Mifflin Harcourt, 2017.
- _____. e JEWETT JR., J. W. *Physics for scientists and engineers with Modern Physics*. 9. ed. Boston: Brooks/Cole, 2014.
- SHIPMAN, J. T. et al. *An introduction to Physical Sciences*. 13. ed. Boston: Brooks/Cole, 2013.
- SILBERBERG, M. S. e AMATEIS, P. G. *Chemistry, the molecular nature of matter and change*. 8. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2016.
- SOBOTTA, J. *Atlas de Anatomia Humana*. 22. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 2 v.
- STARR, C. et al. *Biology: The unity and diversity of life*. 14. ed. Boston: Cengage, 2016.
- STWERTKA, A. *A Guide to the Elements*. 2. ed. Nova York: Oxford University Press, 2002.
- THOMPSON, G. R. e TURK, J. *Earth Science and the environment*. 4. ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2007.
- TIMBERLAKE, K. C. *Chemistry: an introduction to General, Organic, and Biological Chemistry*. 11. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2012.
- TIPLER, P. e MOSCA, G. *Physics for scientists and engineers*. 6. ed. Nova York: Freeman, 2008.
- TORTORA, G. J. e DERRICKSON, B. *Principles of Anatomy & Physiology*. 15. ed. Hoboken: John Wiley, 2017.
- TREFIL, J. e HAZEN, R. M. *Physics Matters*. Hoboken: Wiley, 2004.
- TRO, N. J. *Introductory Chemistry essentials*. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2006.
- URRY, L. A. et al. *Campbell Biology*. 11. ed. Hoboken: Pearson, 2017.
- WALKER, J. S. *Physics*. 5. ed. Boston: Pearson, 2017.
- WEISSMANN, H. (Org.). *Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- WHITTEN, K. W. et al. *Chemistry*. 10. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2014.
- WILSON, J. D. et al. *College Physics*. 6. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2007.
- YOUNG, H. D. e FREEDMAN, R. A. *University Physics*. 14. ed. Harlow: Pearson, 2016.
- ZEILIK, M. *Astronomy: the evolving Universe*. 9. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- ZUMDAHL, S. S. et al. *Chemistry*. 10. ed. Boston: Cengage, 2018.



MODERNA



MODERNA

ISBN 978-85-16-10725-3



9 788516 107253